



Riistatiheikköjen ja riistalle soveltuvien elinympäristöjen määrittäminen paikkatietoanalyysien avulla

Ari Nystedt

Maisterintutkielma

Helsingin yliopisto

Metsätieteiden maisteriohjelma

Metsien ekologia ja käyttö

Huhtikuu 2019

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Metsätieteiden osasto, metsätieteiden maisteriohjelma
Tekijä/Författare – Author Ari Nystedt		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Riistatiheikköjen ja riistalle soveltuvien elinympäristöjen määrittäminen paikkatietoanalyysien avulla		
Oppiaine /Läroämne – Subject Metsien ekologia ja käyttö		
Työn laji/Arbetets art – Level Maisterintutkielma	Aika/Datum – Month and year Huhtikuu 2019	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 64 s.
<p> Tiivistelmä/Referat – Abstract Metsäkanalintuihin nykymuotoinen, intensiivinen metsätalous on vaikuttanut haitallisesti. Syinä ovat muutokset kenttäkerroksen kasvillisuudessa ja mustikkavarvuston väheneminen. Metsäkanalintujen elinympäristöjen ominaispiirteinä ovat puuston kerroksellisuus ja alikasvoksen tarjoama suoja. Talousmetsässä vaihtelua voidaan lisätä riistatiheillä. Riistatiheiköt ovat kooltaan muutama puun ryhmästä noin kahteen aariin koostuvia, raivaamattomia ja erikokoisia puita sisältäviä laikkuja. Jotta metsäkanalinnut voidaan huomioida paremmin riistapainotteisessa metsäsuunnittelussa, tarvitaan tieto kanalintujen esiintymisestä metsätalalla ja myös tilarajojen ulkopuolella. Apuna ovat olleet metsätalalla tehdyt havainnot metsäkanalinnuista sekä metsojen soidinpaikoista, riekkosista tai talvehtimisalueista. Tietoa metsäkanalintujen tiheydestä ja kannan vuosittaisesta vaihtelusta on kerätty riistakolmiolaskennalla. Riistametsänhoidon työoppaat sisältävät tietoa metsäkanalintujen elinympäristövaatimuksista ja riistatiheikköjen rakenteellisista piirteistä. </p> <p> Työn tavoitteena oli selvittää, voidaanko paikkatietoanalyysien ja avoimen paikkatietoaineiston avulla mallintaa riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita ja metsäkanalintujen elinympäristöjä. Mallintamisessa tarkasteltuja metsäkanalintulajeja olivat metso, teeri ja pyy. ArcMap- ohjelmistolla tehtiin painotettu päällekkäisanalyysi (Weighted Overlay), jonka avulla riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita ja riistan elinympäristöjä selvitettiin tutkimusalueella ja kuviotasolla. Analyysin tuloksista tehtiin teemakartat, joista ilmeni tutkimusalueen soveltuvuus riistatiheiköiksi ja kullekin metsäkanalintulajille. Tarvittava riistatiheikköaineisto kerättiin ja paikkatietoanalyysiä tehtiin Kanta-Hämeen alueella, Hausjärvellä sijaitsevalle tutkimusalueelle. Riistatiheikköjen tutkimusta varten rajattiin 12 yhden hehtaarin kokoista tutkimusruutua. Yhteensä tutkimusalueelta kartoitettiin maastoinventoinnilla 45 riistatiheiköksi soveltuvaa kohdetta. Maastoinventoinnin ja paikkatietoanalyysien jälkeen saatuja tuloksia riistatiheiköiksi soveltuvista kohteista vertailtiin keskenään. Tiheiköistä laskettuja tunnuslukuja olivat mm. tiheikköjen lukumäärä, pinta-ala ja etäisyys lähimpään seuraavaan tiheikköön sekä keskiarvot ja keskihajonnat. Tilastollisella testauksella selvitettiin, onko tiheikköjen pinta-aloilla ja tiheikköjen välisillä etäisyyksillä tilastollisesti merkitsevä eroa. Testauksissa käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysiä ja Kruskal-Wallis testiä. Riistan elinympäristöjen osalta selvitettiin niiden puustollisia ominaispiirteitä tutkimusalueella. Puustotietojen selvittämisessä käytettiin apuna ajantasaista metsäsuunnitelmaa. Metsäkanalintujen elinympäristöjen puustotiedot selvitettiin 17 soveltuvan kuvion alueelta, joiden kokonaispinta-ala oli 42,6 hehtaaria. </p> <p> Maastoinventoinnilla tiheikköjä oli tutkimusruudulla keskimäärin 3,8 kappaletta ja mallinnuksen perusteella erinomaisesti soveltuneita tiheikköjä 1,4 kappaletta. Tiheikön keskimääräiseksi pinta-alaksi saatiin inventoinnilla 76,9 m² ja mallinnuksella 252 m². Keskimääräinen etäisyys lähimpään tiheikköön oli inventoinnilla 12,6 metriä ja mallinnuksella 24,8 metriä. Prosentuaalisesti inventoidut tiheiköt kattoivat tutkimusruudun pinta-alasta 2,9 prosenttia ja mallinnetut 3,6 prosenttia. Tilastollisen testauksen perusteella inventointitapojen välillä oli eroa tiheikköjen pinta-aloihin ja tiheikköjen väliseen lyhimpään etäisyyteen. Mallinnuksen ja metsäsuunnitelman perusteella metson elinympäristöt kohdistuivat varttunutta puustoa ja mäntyä sisältäville alueille. Tutkimusalueella teeren elinympäristöt kohdistuivat nuorta kasvatusmetsää sisältäville, kuusivaltaisille kuvioille. Pyyllä soveltuvilla elinympäristöillä oli kuviotietojen perusteella suuri lehtipuuosuus, joka ilmeni etenkin metsään ja peltoon rajautuvilla vaihtumisvyöhykkeillä. Yhteistä mallinnuksella saaduille metson, teeren ja pyyn elinympäristöiksi soveltuville alueille olivat pienialaisuus ja mosaikkimaisuus. </p> <p> Tulosten mukaan riistatiheikköjä ja metsäkanalintujen elinympäristöjä pystyttiin avoimella metsävaratiedolla mallintamaan. Mallintaminen kuitenkin edellyttää riistatiheikköiden ominaispiirteiden ja tarkasteltavien lajien elinympäristövaatimusten tuntemusta. Päällekkäisanalyysillä ei löydetty tiheikköjä alueilta, joilla latvuspeittävyys ja kuusen tilavuus olivat luontaisesti alhaisia. Lisätutkimusta tarvitaan tiheikköiden käytön todentamiseen riistakameroin. Myös tiheikköiden säästämisen taloudelliset vaikutukset tutkimusalueella vaativat arviointia. </p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Riistan elinympäristöt, riistatiheiköt, metsäkanalinnut, mallintaminen		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) ethesis.helsinki.fi		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos/Institution– Department Department of Forest Sciences
Tekijä/Författare – Author Ari Nystedt		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Modelling of thickets and game habitats with GIS- analyses.		
Oppiaine /Läroämne – Subject Forest ecology and management		
Työn laji/Arbetets art – Level Master's thesis	Aika/Datum – Month and year April 2019	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 64 p.
<p>Tiivistelmä/Referat – Abstract</p> <p>The modern, intensive silviculture has affected negatively to the grouses. Main reasons are changes in the ground vegetation and decreasing proportion of blueberry. Main features for grouse habitats are variety in the forest cover and protection from the understorey. In managed forests fluctuation can be increased via thickets. Thicket size varies from couple of trees to approximately two ares. Tickets are uncleared patches containing trees in various sizes. To highlight grouses via game-friendly forest management, information about the habitat is required in the forest site and broader area. Observations about the grouses in the forest site and the information about capercaillie's lekking sites, willow grouse's habitats and the wintering areas have been beneficial. Information about grouse densities and population's fluctuations has been gathered via game triangles. Guide books about game husbandry contain information about grouse habitats and thicket characteristics.</p> <p>The aim of this study was to investigate, whether it is possible to model suitable thickets and grouse habitats with open GIS (Geographical Information Systems) material via GIS- analyses. Examined grouse species in modelling were capercaillie, black grouse and hazel grouse. Weighted Overlay was done with ArcMap- software. Suitable thickets and habitats were examined in the whole research area and in suitable figures. Based on the results of the analysis, theme maps were made to represent the research area's suitability for thickets and grouse habitats. The needed material for the thickets was collected and GIS- analyses were made in the research area in Tavastia Proper, Hausjärvi. For the research, 12 one-hectare squares were created. Together 45 suitable areas for thickets were charted via field inventory. After the field inventory and GIS- analyses, the results were compared. Key figures from the tickets were number of the thickets, areas, distance to the nearest thicket, averages and standard deviations. Statistical methods were applied to examine possible statistically significant differences between areas and between distances to the nearest thicket. Performed tests were One-Way ANOVA and Kruskal-Wallis. Grouse habitat's tree characteristics were examined with up-to-date forest management plan. Tree characteristics were examined from 17 suitable figures, covering total area of 42,6 hectares.</p> <p>In field inventory, the average amount of found thickets in research grid was 3,8 and with modelling 1,4. The average area of thicket was 76,9 m² in field inventory and 252 m² in modelling. The average distance between thickets was 12,6 meters in field inventory and 24,8 meters with modelling. In field inventory thickets covered approximately 2,9 percent and modelled 3,6 percent of the research grid's total area. According to statistical analyses, there was statistically significant difference between the inventory method to the total thicket area and distance to the nearest thicket. According to the modelling and forest management plan, capercaillie's habitats were located in mature pine stands. Black grouse habitats were located in spruce dominated, young forest stands. Hazel grouse habitats included high proportion of broad-leaved trees, which were visible in ecotones between forest and field. Common for capercaillie, black grouse and hazel grouse habitats were minor surface area and mosaic-like structure.</p> <p>As a result, thickets and grouse habitats can be modeled with open GIS-material. However, modelling requires knowing the characteristics of thickets and examined species. With weighted overlay thickets were not found in areas where canopy density and spruce volume were naturally low. Research is needed to verify thicket's occupation with trail cameras. The ecological impacts on the research area by saving thickets require evaluation.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Game habitats, thickets, grouses, modelling		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet) ethesis.helsinki.fi		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

Sisällysluettelo

1.	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Riistametsänhoito ja riistatiheiköt	2
1.3	Vaihtumisyöhykkeet	3
2.	Metsäkanalinnut.....	4
2.1	Metsäkanalintujen tiheydet	11
2.2	Elinympäristöjen mallintaminen	14
2.3	Työn tavoitteet	16
3.	Aineistot ja menetelmät.....	17
3.1	Aineiston hankkiminen	17
3.2	Tutkimusmenetelmät maastoinventoinnissa	20
3.3	Tutkimusmenetelmät paikkatietoanalyyssissä	22
3.4	Tilastolliset menetelmät	32
4.	Tulokset	33
4.1	Riistatiheiköt paikkatietoaineiston ja maastoinventoinnin perusteella	33
4.2	Tilastollisen testauksen tulokset	41
4.3	Metsäkanalinnuille soveltuvat elinympäristöt paikkatietoanalyysin perusteella	45
5	Tulosten tarkastelu.....	54
6	Johtopäätökset	57
	Lähteet.....	59
	Liitteet	65

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Riistakeskuksen (2015) mukaan vuodessa noin 300 000 henkilöä Suomessa hankkii metsästyskortin. Muuhun Eurooppaan verrattuna lukumäärä on suuri asukaslukuun suhteutettuna. Riistakeskuksen (2015) mukaan metsästys on ollut tavallisten asukkaiden ulottuvissa oleva harrastus, joka on säilyttänyt yleisen ja arvostetun harrastusmuotonsa. Suomessa metsästyksen liittyy myös yhteiskunnallista vapaaehtoistyötä, kuten riistolaskennat ja viranomaisille tarjottu suurriistavirka-apu. Riistakeskus (2015).

Riistanhoidolla ja metsästyksellä on vaikutuksia myös henkilökohtaisiin ja yhteisöllisiin pyrkimyksiin: vapaus metsästyksessä ja riistanhoidossa mahdollistavat hakeutumisen itselle ja omalle yhteisölle tärkeään, hyvinvointia edistävään toimintaan. (Pellikka ym. 2015). Suomessa oikeus metsästyksen on voimakkaasti sidoksissa maa- ja vesialueiden omistamiseen ja omistaja on oikeutettu pyytämään alueeltaan riistaa metsästysajan salliessa (Väänänen 2008). Maanomistaja voi toimia metsästysoikeutensa suhteen haluamallaan tavalla, esimerkiksi myydä metsästysoikeuksia tai antaa alueelleen vastikkeettoman metsästysoikeuden (Väänänen 2008).

Metsätalouden vaikutukset riistaeläimistölle ovat olleet sekä hyödyllisiä että haitallisia. Etenkin hirvieläimet ja jänis ovat hyötäneet metsien ikärakenteen nuorentumisesta (Väänänen 2008). Metsäkanalinnuille intensiivinen metsätalous on ollut haitallista, johon tuen muutoksista kenttäkerroksen kasvillisuudessa ja mustikkavarvuston vähenemisestä (Väänänen 2008). Toisaalta metsäkanalintujen pesinnän onnistuessa kannat voivat moninkertaistua kevästä syksyille: naarat pesivät jo yksivuotiaina ja poikueen koko on suuri (Marjakangas 2013).

1.2 Riistametsänhoito ja riistatiheiköt

Riistametsänhoidolla tarkoitetaan metsäkanalintujen ja muun riistan elinympäristöjen huomiointia talousmetsien hoidossa ja riistan huomioivaa metsänhoitoa voidaan toteuttaa metsänhoitotoimenpiteissä koko metsän kiertoajan aikana. (Riistakeskus 2017). Yleisesti riistanhoidolla on kaksi tavoitetta, joista ensimmäinen sisältää elinympäristöolosuhteiden muuttamisen, jolloin elinympäristö tukee optimaalista riistakantaa. (Tapper 1988). Toisena tavoitteena on maksimoida nuorten riistalintupoikueiden lukumäärä, jolla kasvatetaan tuottavuutta (Tapper 1988). Metsäkanalintujen elinympäristöjen hoidossa tavoitteina ovat taimikoiden monipuolistaminen, kasvatusmetsien soveltuvuuden kehittäminen ja varvuston säilyttäminen (Ilvesviita 2013). Lukuisten riistalintujen osalta kuolleisuus ensimmäisen elinvuoden aikana vaihtelee 80–90 prosentin välillä. (Dopson, Carper ja Hudson 1988). Tutkimukset riistalintujen osalta osoittavat, että myös hyönteisruuan saatavuus vaikuttaa merkittävästi poikasten selviytymiseen (Dopson ym. 1988). Metsästäjillä ja seuroilla yleisimpiin riistanhoidollisiin keinoihin kuuluvat riistapellot, ruokinta, pesimispönttöjen sijoittelu ja pienpetojen pyydystäminen (Ilvesviita 2013). Riistametsänhoito ei aiheuta metsänomistajalle lisäkustannuksia eikä estä puuntuotantoa: metsäalueen kokonaisarvoa voidaan kasvattaa, jos riista on osana kannattavaa metsätaloutta. (Riistakeskus 2017). Metsänomistajilla on myös kiinnostusta metsiensä käsittelyn monipuolistamiseen ja elinympäristöjen kunnostamiseen: riistapainotteisten metsänhoitomenetelmien soveltamiseen tarvitaan kuitenkin ammattilaisen näkemystä (Rantala ja Svensberg 2015). Kiinnostusta riistapainotteiseen metsänhoitoon on etenkin metsästävillä metsänomistajilla (Rantala ja Svensberg 2015).

Riistan huomioon ottava metsäsuunnittelu tarvitsee tiedon riistalajiston esiintymisestä metsätilalla ja tilarajojen ulkopuolella: apuna ovat olleet metsätilalla tehdyt havainnot riistaeläimistä sekä metsojen soidinpaikoista, riekkoisoista tai hirven talvilaitumista (Linden ym. 2014). Täydennettäessä riistapainotteista metsäsuunnitelmaa voidaan huomioida metsästys- ja riistamatkailu, vapaaehtoiset suojelukohteet ja riistan liittyvä kulttuuriperintö (Linden ym. 2014). Riistanhoidon merkitys kohteena olevalle lajistolle on yhteydessä riistanhoitotoimien luonteeseen, alueelliseen laajuuteen, kestoon ja ajoitukseen (Pellikka 2015).

Tasakokoista puustoa sisältävässä talousmetsässä vaihtelua voidaan lisätä riistatiheiköillä. Riistatiheiköillä tarkoitetaan kooltaan muutamasta puusta kahteen aariin koostuvia, raivaamattomia ja erikokoisia puita sisältäviä keitaita, joita tulisi perustaa hehtaarille 4–5 kappaletta (Metsälehti 2016). Riistametsänhoidon työohjeiden mukaan (Riistakeskus 2015) uudistusaloilla riistatiheiköt tarjoavat suojaa ja antavat ravintoa metsäkanalinnuille, jäniksille ja hirvieläimille. Metsätaloudellisesti vähäisen arvon omaavalle puulajiston ja riistatiheikköjen säilyttämiselle ja lehtipuusekoituksen lisäämiseksi Saaristo ym. (2017) ehdottaa neuvontaa ja tiedon perustelua metsien omistajille kuten myös metsäpalveluyrittäjien työntekijöille suunnattua koulutusta. Paikkatiedon osalta sitä pitäisi käyttää ratkaisujen suunnittelussa siten, että ensisijaiset kohteet lehtipuiden säästämiseksi tunnistetaan (Saaristo ym. 2017).

Kanalinnuille hyödyllistä on lehtipuusekoituksen sekä leppien, katajien, pihlajien ja pajujen säästäminen (Kuusinen ym. 2009). Hyviä kanalintuympäristöjä ovat myös lehtipuuta sisältävät kosteat painanteet, kalliot ja vaihettumisvyöhykkeet, lisäksi alikasvos ja säästöpuut ovat metsäkanalinnuille tärkeitä ravinto- ja suojapaikkoja (Kuusinen ym. 2009). Metsäkanalintujen menestymisen kannalta oleellista ovat sopivien elinympäristöjen määrä ja laatu: pääsyyksi kantojen vähenemiselle on pidetty muutoksia metsikön rakenteessa suorina ja välillisinä vaikutuksina (MMM. 2014).

1.3 Vaihettumisvyöhykkeet

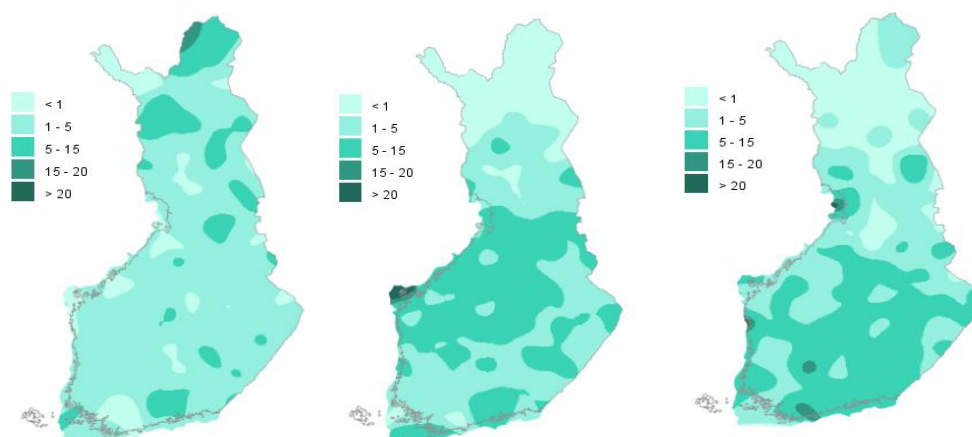
Merkittävä osa eläinlajeista on reunavyöhykkeitä hyödyntäviä ja ne käyttävät olosuhteita metsän ja ympäröivän alueen välisellä rajalla vaatimustensa täyttämiseen (Harris ym. 1997). Käsitystä, jossa riistalajien monimuotoisuutta ja runsautta pidetään suurempana lähellä reuna-alueita, kutsutaan reunavaikutukseksi (Hunter 1990). Reunat ovat paikkoja, joissa kaksi ekosysteemiä kohtaavat (Hunter 1990). Vaihettumisvyöhykkeet koostuvatkin kahdesta erilaisesta ekosysteemien välillä olevasta vyöhykkeestä, jotka sisältävät piirteitä molemmilta alueilta (Svensberg 2014). Kahden ekosysteemin välinen raja ei ole koskaan jyrkkä, vaan siirtymä ympäristöolosuhteiden välillä tapahtuu vaiheittain: näitä muutosalueita kutsutaan vaihettumisvyöhykkeiksi (Hunter 1990).

Vaihettumisvyöhykkeet voivat olla myös katkonaisia ja ympäristöolosuhteiden ohjaamia (Brownstein ym. 2015). Niihin vaikuttavat myös soveltuvan elinympäristön saataavuus, häiriöt ja bioottinen vuorovaikutus (Brownstein ym. 2015). Vaihettumisvyöhyke on esimerkiksi rantaviivassa oleva kallio, joka erottaa järven ja metsän toisistaan (Hunter 1990). Vaihettumisvyöhykkeiksi kutsutaan myös metsiin rajoittuvia avosoiden reunoja kuten myös metsiin rajautuvia peltojen ja vesistöjen reuna-alueita. (Svensberg 2014). Vaihettumisvyöhykkeen muodostumiseen vaikuttaa myös topografia, joka vaikuttaa maaperän kosteuteen ja mikroilmastoon (Hunter 1990).

Vyöhykkeet mahdollistavat kanalinnuille suojan ja ravintopaikan: suojaan kuuluu reuna-alueiden kenttä- ja pensaskerroksen lisäksi vaihtelu puuston tiheydessä ja koossa. (Svensberg 2014). Yleensä vaihettumisvyöhykkeet ovat monipuolisempia kuin niitä rajaavat ekosysteemit, koska lajisto koostuu kummankin ekosysteemin lajistosta (Siekinen 2013). Vaihettumisvyöhykkeiden tyypillisiä piirteitä ovat puuston tiheyden, peitteisyyden sekä puu- ja pensaslajiston vaihtelu: pienipiirteisyyden säilyttämiseksi yhtenä vaihtoehtona on hoitamattomuus (Siekinen 2013). Reuna-alueita on myös mahdollista luoda keinotekoisesti metsänhoidon ja hakkuiden yhteydessä (Hunter 1990). Reunavaikutus on pienin ympyränmuotoisilla alueilla ja suurin suorakaiteen mallisilla alueilla (Hunter 1990). Suurilla alueilla reunan pituus on kuitenkin suhteellisesti lyhyempi kuin pinta-alaltaan pienemmillä alueilla (Hunter 1990).

2. METSÄKANALINNUT

Suomessa on viisi metsäkanalintulajia, jotka ovat kaikki metsästyslaissa määritelty riis-taeläimiksi (MMM 2014). Metson, teeren ja pyyn kannat ovat olleet 2000-luvulla kasvussa, 1980-luvun loppuun verrattuna teerien ja pyiden kannat ovat pysyneet vakaina metsokannan vähentyessä (MMM 2014). 1990-luvulta lähtien myös metson, teeren ja pyyn kannoille tyypillinen, 6–7 vuoden sykleissä tapahtuva kannanvaihtelu muuttui epäsäännölliseksi (Marjakangas 2013). Metson, teeren ja pyyn välillä esiintymistiheyksissä on myös alueellisia eroja. (Kuva 1).



Kuva 1. Metson (*Tetrao urogallus*), teeren (*Tetrao tetrix*) ja pyyn (*Bonasa bonasia*) tiheydet kolmiolaskennassa (yksilöä/km² metsämaata kohden) vuonna 2017. (Riistakolmiot)

Vuoden 2018 laskennoissa kanalintujen havaintomäärä kasvoi 40 prosenttia edellisvuoteen verrattuna: suuressa osassa Suomea lintukannat ovat lähellä 2000-luvun keskiarvoa (Riistakeskus 2018). Metsäkanalintujen metsästysajat ovat ilmoitettu metsästysasetuksessa. Vuoden 2018 asetusmuutoksen jälkeen metson, teeren ja pyyn syyspyynti on mahdollinen syyskuun 10. päivän ja joulukuun 10. päivän välisenä aikana, ellei kautta maa- ja metsätalousministeriön asetuksella rajoiteta (Riistakeskus 2018). Metsäkanalintukantojen vahvistumisesta huolimatta kolmen kuukauden syysmetsästyskausi on vain metson pyynnissä osassa Lappia: suurilta osin Suomea metson, teeren ja pyyn metsästysaika on kaksi kuukautta marraskuun 10. päivään loppuen Riistakeskus 2018). Osassa maata pyyntikausi kestää vain kuukauden Riistakeskus 2018). Metson, teeren ja pyyn metsästysajat vuonna 2018 ovat nähtävillä liitteessä 1.

Metsolla (*Tetrao urogallus* L., 1758) on laaja levinneisyysalue palearktisen alueen boreaalisista metsiköistä, läntisestä Norjasta Venäjän Baikalille: pieniä eristäytyneitä populaatioita elää Keski-Euroopan vuoristometsissä ja Skotlannissa. (Johnsgard 1983 julkaisussa Wegge ym. 2011). Tuoreet kuusimetsiköt ja ruohokasvillisuutta sisältävät kuusimetsiköt ovat tutkimuksen mukaan myös metsolle soveltuvia elinympäristöjä (Wegge 2011). Metsolle tärkeitä rakennepiirteitä ovat myös sekametsäisyys, puulajikoostumus ja männyn osuus (Miettinen 2010). Metso ei myöskään ole erikoistunut ainoastaan vanhoihin metsikköalueisiin, vaan metsikön puuston kokonaispeittävyys voi olla metsolle tärkeämpää kuin puuston ikä ja metsikön myöhäinen kehitysvaihe (Miettinen ym. 2008).

Mustikka on metsolle tärkeä laji suorana ravintona sekä poikasille hyönteisten elinympäristön tarjoajana (Miettinen 2010). Mustikan ohella myös juolukan lehdet ja marjat ovat metsolle tärkeä kasviravinnon lähde (Wegge ym. 2008). Kuoriutumisen jälkeen hyönteisravinto on metsolle tärkeää ensimmäisten elinviikkojen aikana. (Wegge ym. 2008). Hyönteisten sisältämät aminohapot, kuten kysteiini ja metioniini ovat metsolle kasvun kannalta tärkeitä (Moss ja Hanssen 1980 julkaisussa Wegge ym. 2008). Poikueympäristönä suosituimpana vaatimuksena on metsolla aluskasvillisuuden peittävyys, mikä viittaa sopeutumaan lintusaalistajia vastaan (Wegge 2011). Metson elinympäristövaatimukset vaihtelevat vuodenvaihtelun mukaan ja parhaat alueet löytyvät takamailta joissa myös ihmistoiminnan vaikutus on vähäistä (Linden & Helle 2013). Myös vesistöjä ja alikasvoskuusien turhaa raivausta tulisi välttää (Riistakolmiot 2016). Metson soidinalueen tulisi olla vähintään 3 neliökilometrin suuruinen, jonka reunamilla on noin kilometrin päähän ulottuva päiväreviiri (Linden & Helle 2013). Soidinalueella metsien pitäisi olla mahdollisimman luonnontilaisia ja edellytys metsokantojen elinvoimaisuudelle onkin soidinpaikkaverkoston toimivuus (Riistakolmiot 2016). Soidinpaikan pinta-alasta yli 30 prosenttia tulisi sisältää varttunutta metsikköä ja soidinkeskusten etäisyyden tulisi olla kaksi kilometriä (Linden & Helle 2013).

Vaikka nuoret harvennusmetsät eivät olisi metsikkötasolla metsolle optimaalisia elinympäristöjä, ne usein muodostavat laajoja yhtenäisiä alueita, jotka täyttävät lajiston spatiaaliset, alueelliset tarpeet (Miettinen ym. 2008). Varttuneet metsiköt voivat edelleen olla metsolle korkealaatuisia elinympäristöjä, mutta spatiaalinen näkökulma ja vaihtelu puulajisuhteissa voivat muodostua tärkeämmiksi kriteereiksi elinympäristön valinnassa (Miettinen ym. 2008). Metson elinympäristövaatimukset vaihtelevat myös vuodenvaihtelun mukaan, parhaimmat elinympäristöt sijaitsevat syrjässä, jolloin ihmistoiminnan vaikutus on vähäinen (Linden ja Helle 2013). Metsokoiraalle soveltuva lepo- paikka on pienialaisen tiheikön reunassa, jossa vallitsee hyvä näkyvyys ja pakolinjat (Linden & Helle 2013). Elinympäristövalintaan vaikuttavat myös hakomispuiden laatu: koiraan valitsemisessa hakomispuiden neulasten sisältämä energiamäärä on suuri ja männynissä on vain vähän ruuansulatusta haittaavia sekundaariaineita (Linden & Helle 2013).

Parhaiten metso viihtyy 30–40-vuotiaissa ja tätä vanhemmissa metsissä (Linden ym. 2014). Yleisesti metso välttää tiheäpuustoisimpia paikkoja, poikkeuksena Pohjois-Suomen alueella (Linden ym. 2014). Talviaikaisena elinympäristönään metso suosii varttuneita metsiköitä, naaraiden valitessa elinympäristökseen useammin mäntylviljelyksen kuin koiraat: selityksenä on ollut vanhojen koiraiden vaatima tarve isommista puista ja avoimemmasta metsäalueesta, joita moni mäntylviljelmä ei pysty tarjoamaan (Gjerde ym. 1985 julkaisussa Gjerde ym. 1989). Koirailta elinympäristön valintaan vaikuttavat myös koiraan ikä: vanhempien koiraiden elinympäristö muodostuu ajoittain vanhojen luonnontilaisten metsiköiden ulkopuolelle, nuorempien koiraiden suosiessa keski-ikäisiä mäntylviljelmiä lähes samassa laajuudessa kuin naaraat (Gjerde ym. 1989). Aikuisten koiraiden talviaikainen elinalue säilyy lähellä soidinpaikkaa, alueilla joissa vanhan metsikön osuus on suuri ja joissa viljelymetsän osuus on pieni (Gjerde ym. 1989).

Sirkiä ym. (2010) ovat tutkimuksessaan mallintaneet muutoksia Suomen metsokannassa vuosien 1965–1988 välillä. Tutkimuksessa selvitettiin, selittävätkö muutokset metsikön ikärakenteessa ja nykyaikaisessa metsätalouden harjoittamisessa kannan vähentymistä. Tutkimuksessa selittävinä muuttujina käytettiin metsiköitä, joiden ikä oli alle 40 vuotta ja toisaalta alle 80 vuotta. Sirkiän ym. (2010) tulosten mukaan nuorten metsikön ikäluokkien lisääntyminen ei täysin selitä Suomen metsokantojen vähenemistä, vaan taustalla voi Miettisen (2009) mukaan olla etenkin Pohjois-Suomessa aluskasvillisuuden tarjoaman suojan vähentyminen vanhoissa metsiköissä ja aluskasvillisuuden yksipuolistuminen.

Sirkiä ym. (2011) ovat myös selvittäneet metson elinympäristöjen vähenemisen ja pirstaloitumisen vaikutuksia metson soidinalueilla. Tutkimusta varten metson soidinpaikkoja havainnoitiin 381 kappaletta 10–30 vuoden jaksolla, ja ne luokiteltiin käytössä oleviksi tai tyhjiksi. Metson soidinpaikkojen olemassaoloa pyrittiin selittämään metsikön peitteisyydellä ja pirstaloitumisella kahdessa spatiaalisessa mittakaavassa. Tutkimuksen mukaan metsikön peitteisyys vaikutti positiivisesti soidinpaikan olemassaoloon, kun ympäröivä maisema huomioitiin 3 kilometrin säteellä. Toisaalta metsikön pirstaloitumisen ja peitteisyyden välillä havaittiin voimakas negatiivinen vaikutus. Sirkiän ym. (2011) tulosten mukaan tehokkain keino metsojen soidinpaikkojen suojelemiselle ovat mahdollisimman suuri metsän osuus soidinpaikan ympärillä ja mosaiikkimainen vaihtelu metsikön rakenteessa.

Teeri (*Tetrao tetrix*) on Euraasian havumetsävyöhykkeen lajistoa, jota esiintyy koko Suomen alueella Tunturi-Lappi pois lukien (Riistakolmiot 2016). Teeriä on mahdollista havaita sekä havu- että lehtimetsissä, kannan ollessa suurin metsäisillä soilla sekä nuorissa metsiköissä: soidinpaikkojen sijaintina ovat yleisesti avosuot ja peltoaukeat (Riistakolmiot 2016). Toisaalta teeri ei viihdy sulkeutuneissa metsiköissä. (Riistakolmiot 2016). Sopiva puuston valtapituus teerellä vaihtelee 11–15 metrin välillä latvuspeittävyyden ollessa 40–60 % (Linden ym. 2014). Toisaalta teerellä ei ole tiukkoja elinympäristövaatimuksia: teeret voivat pesiä useissa elinympäristöissä rämeitä tai nuoria taimikoita suosien (Linden ym. 2014). Poikueet kuitenkin karttavat hakkuuaukkoja ja viihtyvät parhaiten harvoissa metsiköissä ja metsien reunavyöhykkeillä, joissa on kuusialikasvosta ja paljon mustikanvarpua (Linden ym. 2014).

Teeri suosii elinympäristöissään varhaisen sukkessiovaiheen metsiköitä ja soidinpaikkana avoimia alueita, kuten avosoita, avohakkuualueita ja viljelyksiä (Linden ja Helle 2013). Elinympäristökseen teeri valikoi iältään 0–20 vuotiaita metsiköitä, joiden hoito on ollut intensiivistä (Swenson ym. 1993). Teeri näyttäisi olevan myös sopeutunut avohakkuihin osana metsien hoitoa: talousmetsissä, joita oli käsitelty laaja-alaisilla avohakkuilla, teeri oli yleisin lintulaji (Swenson ym. 1993). Poikueravinnossa myös teerelle sekä mustikan (*Vaccinium myrtillus*) että juolukan (*V. uliginosum*) marjat ja lehdet muodostavat merkittävän ravinnon lähteen (Wegge ym. 2008). Talven yli säilyneet karpalot (*Oxycoccus quadripetalus*) ovat myös osana teerien ravintoa, tarjoten ravinnon lähteen mustikan lehtien ohella (Wegge ym. 2008). Metsikkötasolla teeripoikueita voivat kuitenkin haitata laidunalueiden heikentyminen ja suojan vähäisyys (Linden ja Helle 2013).

Starling-Westerberg (2001) on tutkinut teerien elinympäristöjen valikoitumista ja ruokavaliota Penniinien vuoristoalueella pohjoisessa Englannissa. Tutkimusalue oli 17 km² kokoinen ja se sijaitsi 390–670 metriä merenpinnan yläpuolella. Kanerva muodosti enemmistön kasvillisuudesta yli 450 metriä merenpinnan tasosta. Tutkimusalueen alavilla nummimailla kasvillisuus koostui heinäkasveista (Graminae), saroista (Cyperaceae) ja viihviläkasveista (Juncaceae). Tutkimusmenetelmänä käytettiin radiotelemetriaa ja yhteensä kuusi koirasta ja 13 naarasta varustettiin radiolähettimillä. Radiolähettimien avulla teerien elinympäristövalintaa voitiin seurata. Starling-Westerbergin (2001) tulos-

ten mukaan kevät- ja kesäaikana kaikki koiraat ja 75 prosenttia naaraista suosivat ruohovaltaisia elinympäristöjä ja alavia nummien reuna-alueita. Tutkimuksen mukaan koiraat suosivat selkeästi enemmän soisia ruohovaltaisia alueita sekä keväällä että kesällä. Keväällä naaraat suosivat hapanpohjaisia ruohokasvillisuutta sisältäviä elinympäristöjä enemmän kuin kanervavaltaisia alueita ja suoalueita. Kokonaisuudessaan 84 prosenttia radiovastaanottimella varustetuista teeristä viihtyi ruohovaltaisilla elinympäristöillä suurimman osan vuodesta. Talviaikaiseksi elinympäristöksi valikoituivat kanervavaltaiset nummialueet. Tärkeitä ravintokasveja teerelle olivat Starling-Westerbergin (2001) mukaan keväällä suovillat (*Eriophorum vaginatum*) ja kesäravintona ruoho-, sara-, ja vihviläkasvit. Syksy- ja talviravinnossa tärkeä ravinnonlähde koostuu kanervasta (*Calluna vulgaris*).

Caizergues ym. (2003) ovat tutkimuksessaan selvittäneet teerikoiraiden populaatioiden geneettistä rakennetta pirstaloituneissa ja yhtäjaksoisissa elinympäristöissä. Tutkimustaan varten Caizergues ym. (2003) tarvitsivat siipi-, maksa-, lihas-, höyhen- ja kynsinäytteitä metsästyskauden aikana ammutuista teerikoiraista. Ensimmäisenä tutkimusalueena olivat Alpit, kattaen Ranskan, Sveitsin ja Italian. Pirstaloituneilta elinympäristöiltä näytteitä kerättiin 349 kappaletta 14:sta eri kohteesta. Suomesta näytteitä kerättiin 140 kappaletta yhdeksästä eri kohteesta ja yhtäjaksoisista elinympäristöistä. Geneettisen vaihtelun selvittämiseksi näytteiden DNA analysointiin ja tilastollisen analyysin avulla näytteiden välinen korrelaatio selvitettiin. Caizerguesin ym. (2003) tulosten mukaan merkittävää vaihtelua genotyypeissä kohteiden välillä havaittiin sekä Alpeilla että Suomessa. Caizerguesin ym. (2003) havaitsivat Alppien pirstaloituneissa elinympäristöissä geneettisen vaihtelun olevan heikompaa kuin Suomen elinympäristöihin verrattaessa. Caizerguesin ym. (2003) mukaan tämä voi johtua Alppien elinympäristöjen suuremmasta pirstaloitumisesta tai populaatioiden pienemmästä koosta.

Euroopan alueella pyy (*Bonasa bonasia*) on kärsinyt elinympäristöjen vähenemisestä monella alueella metsänkäsittelyn muutoksista johtuen (Schäublin ym. 2011). Pyy (*Bonasa bonasia*) on levinnyt lähes koko Suomen alueelle, tiheyksien ollessa suurimmillaan Etelä- ja Keski-Suomen alueella. (Riistakolmiot 2016). Pyyllä soveltuvia elinympäristöjä ovat korvet, kuusivaltaiset sekametsät ja mäntyä sekä koivua sisältävät turvekanukat (Imponen 2015). Parhaiten pyy suosii hyvätuottoisia kangasmetsiä, jotka sisältävät runsaasti mustikanvarpuja (Linden ym. 2014). Havumetsistä pyy suosii sekä nuoria että

varttuneita metsiköitä: mieluiten pyiden elinympäristöksi kelpaavat 20–50 vuotiaat kuusimetsät ja lehtipuustoa sisältävät, eri ikäisestä puustosta koostuvat kuusimetsät (Linden ym. 2014).

Tärkeitä pyyn elinympäristössä ovat metsänhoidollinen hoitamattomuus ja kuusen tarjoama suoja (Imponen 2015). Lisäksi tärkeitä piirteitä elinympäristössä ovat kevät- ja talviaikainen ravinto ja aukkoisuus metsikön keskellä (Linden ym. 2014). Muutos rakenteellisesti heterogeenisistä metsiköistä yhdenmukaisiin metsiköihin on johtanut pyypopulaatioiden vähenemiseen (Schäublin ym. 2011). Lindenin ym. (2014) mukaan pyylle talviravinnon lähteenä ovat lepän urvut Etelä- ja Keski-Suomessa sekä koivujen urvut Pohjois-Suomessa. Urpuravintoa sisältävän metsikön vieressä tulisi kuitenkin olla suojaa tarjoavaa kuusikkoa (Linden ja Helle 2013).

Åberg ym. (1999) ovat tutkimuksessaan selvittäneet pyyn (*Bonasa bonasia* L.) elinympäristön pirstaloitumisen ja eristäytymisen vaikutuksia pyyn esiintymiseen. Tutkimukseen liittynyt kenttätyö suoritettiin Keski-Ruotsissa, hemiboreaalisella kasvillisuusvyöhykkeellä. Åbergin ym. (1999) tutkimusalue oli kooltaan noin 1000 km², puuston ollessa alueella mäntyvaltaista (*Pinus sylvestris*) ja kuusivaltaista (*Picea abies* L.). Åberg ym. (1999) käyttivät pyylle soveltuvan elinympäristölaikun tunnistamiseen neljää ehtoa. Ensinnäkin lehtipuustoa sisältävän alueen tulisi olla kooltaan yhtä hehtaaria suurempi ja lehtipuuston määrän tulisi ylittää 20 prosenttia. Toiseksi yli puolella puustosta iän tulisi ylittää 20 vuotta. Kolmanneksi elinympäristössä tulisi vallita monikerroksinen kuusimetsä. Viimeisenä ehtona alle puolet elinympäristölaikkua ympäröivästä metsiköstä saisivat olla avohakattuja tai harvennettu voimakkaasti.

Åbergin ym. (1999) tulosten mukaan suuria, vähemmän eristäytyneitä elinympäristöjä asutettiin todennäköisemmin kuin pieniä, eristäytyneitä alueita. Alueen koon vaikutus oli selvimmin nähtävillä, kun pyiden valitsemaa elinympäristöjen kokonaismäärää analysoitiin (Åberg ym. 1999). Pyyn esiintyminen pirstaloituneilla elinympäristöillä oli parhaiten selitettävissä tarjolla olevalla suojalla, etäisyydellä lähimpään soveltuvaan elinalueeseen ja pirstaloituneen elinympäristön koolla (Åberg ym. 1999). Etäisyys lähimpään soveltuvaan elinympäristöön oli merkittävin muuttuja: se selittää pyyn esiintymistä mallinnuksessa ja eristäytyneillä elinympäristön paloilla pyytä esiintyi harvem-

min (Åberg ym. 1999). Åbergin ym. (1999) tulosten mukaan yleisimmin soveltuvan elinympäristölaikun oli asuttanut yksi pyykoiras, 58:ssa tapauksessa 69:stä.

2.1 Metsäkanalintujen tiheydet

Helteen & Ikosen (2017) mukaan vuonna 2016 riistakolmioiden laskenta suoritettiin valtakunnallisesti 28. kerran. Laskenta tehtiin 869 kolmiolla, tarkoittaen 11 000 linjakilometriä maastossa. Helteen & Ikosen (2018) mukaan vuoden 2017 osalta Riistakolmiot.fi-tietokantaan kerättiin havainnot 930 kolmion osalta. Riistakolmioilla tarkoitetaan pysyviä metsäriistan seurantaan luotuja laskentareittejä tasasivuisista kolmioista rakentuen, joiden sivun pituus on 4 kilometriä: laskentalinjan koko pituudeksi saadaan 12 kilometriä. (Riistakolmiot 2016). Riistakolmio on peruskarttalehdelle perustettu ja se on pysyvyyden vuoksi myös maastoon merkittynä (Helle & Linden 2013). Kesälaskennoissa huomioidaan erityisesti kanalinnut ja jatkuva riistalajien tiheyden, sukupuolen ja poikasten määrän seuranta mahdollistaa kannanvaihtelun selvittämisen (Riistakolmiot 2016). Riistakolmioiden kesälaskennassa kannan tiheys (T) (Yhtälö 1) saadaan kaavalla $T = N / 0,06 L$ (1), joka ilmoittaa kanalintujen lukumäärän yhtä metsämaan neliökilometriä kohden. Yhtälössä N ilmaisee havaittujen lintujen määrän, L laskentalinjan pituuden kilometreinä ja 0,06 laskentakaistan leveyden kilometreinä (Riistakolmiot 2016). Muutoksella tiheydessä edellisvuoteen verrattuna (Yhtälö 2) tarkoitetaan tiheyden prosentuaalista muutosta. Muutos (M) lasketaan yhtälöllä $M = 100 (T(v) - T(v-1)) / T(v-1)$ (2), jossa T(v) ilmaisee kuluvan vuoden tiheyttä ja T(v-1) edellisvuoden tiheyttä (Riistakolmiot 2016).

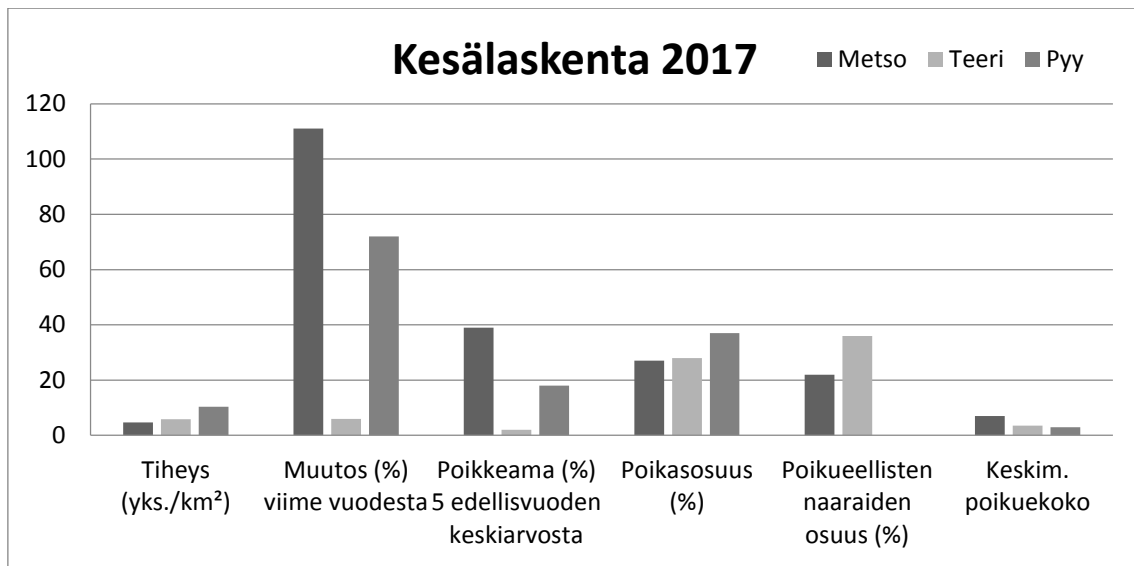
Suomalaisten metsäkanalintujen osalta kannan vaihtelu on ollut jaksottaista: seurannan alkuvuosina kannan runsaus ja vähäisyys ovat vaihdelleet 6–7 vuoden jaksoissa (Riistakolmiot 2016). Vuonna 2016 usean vuoden trendinä ollut kanalintukantojen pieneneminen jatkui suuressa osassa Suomea, alueellisen vaihtelun ollessa suurta (Helle ja Ikonen 2017). Etelä- ja Keski-Suomen alueilla kanalintukantojen määrä oli edellisvuoden tasolla, Pohjois-Suomessa tiheydet olivat vähentyneet (Helle & Ikonen 2017). Kaikkien lajien osalta keskitiheydet olivat laskeneet alle 10 vuoden keskiarvon: lajien yhteistiheys oli useilla alueilla myös 28-vuotisen kolmiolaskentakauden pienin (Helle ja Ikonen 2017). Vuoden 2017 osalta kanalintujen pesimismenestykseen vaikuttivat viileä kesä-

kausi: etenkin Ylä-Lapissa heinäkuun alkupuolelle osuneet räntä- ja lumisateet (Helle ja Ikonen 2018).

Helteen & Ikosen (2017) mukaan metson osalta tiheys oli vuonna 2016 lähellä edellisvuoden tasoa, ollen kuitenkin pienempi 10 edellisvuoteen verraten: Lapissa kanta säilyi edeltävän vuoden tasossa, muuten Pohjois-Suomessa kanta oli selvässä laskussa (Helle & Ikonen 2017). Kaakkois-, Keski- ja Itä-Suomen alueella kasvoi hieman: korkeimmat metsotiheydet saavutettuun Kaakkois-Suomessa ja Pohjois-Karjalassa, myös osassa Keski-Lappia (Helle & Ikonen 2017). Helteen & Ikosen (2017) mukaan teeren kokonaistiheys oli noin 20 % edellisen 10-vuotiskauden keskiarvoa pienempi ja kehitys edellisvuodesta oli kaksisuuntaista: Etelä-Suomessa teerikanta vahvistui ja Pohjois-Suomessa pieneni. Korkeimmat teeritiheydet saavutettiin Väli-Suomessa. (Helle & Ikonen 2017).

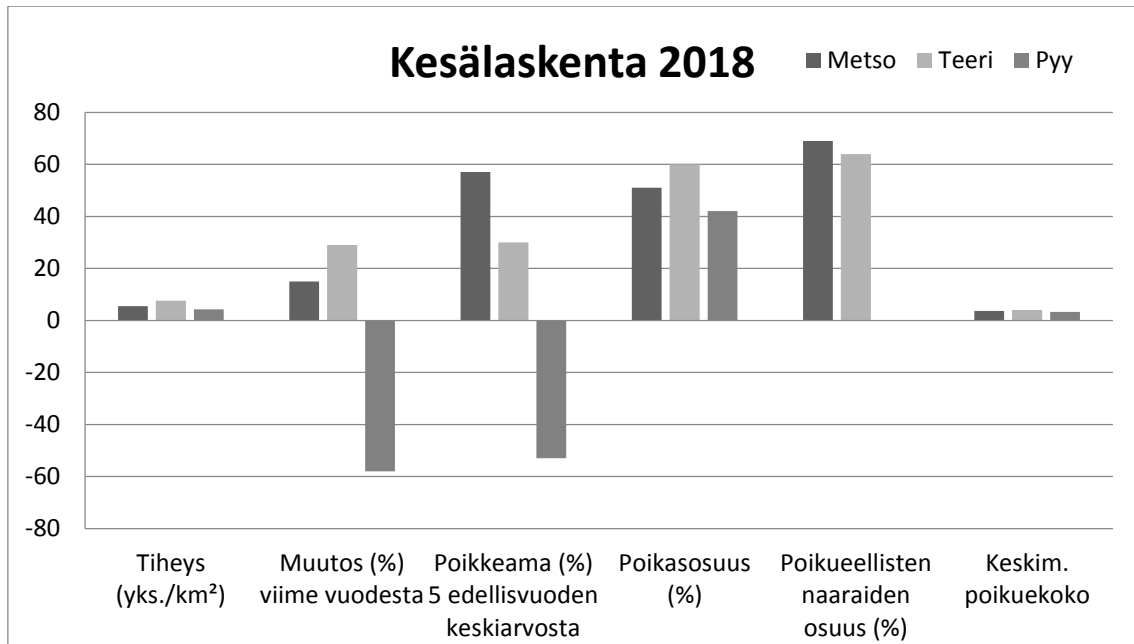
Vuoden 2017 kolmioaineiston perusteella metson ja teeren tiheydet olivat lähes vuoden 2016 tasolla, kuitenkin metsojen osalta tiheydet olivat paikoin kasvaneet, paikoin heikentyneet (Helle & Ikonen 2018). Teeren osalta vuoden 2017 laskennoissa suurimmat tiheydet saavutettiin osassa Etelä-Suomea ja Keski-Suomessa: paikoin havainnot olivat lähellä huonoimpien havaintovuosien tasoa (Helle & Ikonen 2018). Pyiden osalta tiheys oli vuoden 2016 tasoa suurempi, etenkin pohjoisessa Suomessa ja suurin aluekohtainen tiheys saavutettiin Keski-Suomessa (Helle & Ikonen 2018).

Riistakolmiotietojen mukaan Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella metson tiheydeksi saatiin vuoden 2017 kesälaskennassa 4,7 yksilöä, teeren 5,9 yksilöä ja pyyn 10,4 yksilöä neliökilometrillä. Edellisvuoteen verrattuna prosentuaalinen muutos oli metson osalta 111 prosenttia, teeren osalta 6 prosenttia ja pyyn osalta 72 prosenttia. Viiden edellisvuoden osalta poikkeama keskiarvosta oli metsolla 39 prosenttia, teerellä 2 prosenttia ja pyyllä 18 prosenttia. Poikasosuudeksi metsolla saatiin 27 prosenttia, teerellä 28 prosenttia ja pyyllä 37 prosenttia. Metsolla poikueellisten naaraiden osuus oli prosentuaalisesti 22 ja teerellä 36. Keskimääräiseksi poikueen kooksi metsolla muodostui 7 kappaletta, teerellä 3,5 kappaletta ja pyyllä 3 kappaletta. (Kuva 2.)



Kuva 2. Kesälaskennan 2017 tulokset Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella. (Riistakolmiot mukaillen)

Vuoden 2018 kesälaskennan tulokset julkaistiin elokuussa 2018. Riistakolmiotietojen mukaan Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella metson tiheydeksi saatiin vuoden 2018 kesälaskennassa 5,5 yksilöä, teeren 7,6 yksilöä ja pyyn 4,3 yksilöä neliökilometrillä. Vuoteen 2017 verrattuna prosentuaalinen muutos oli metson osalta 15 prosenttia, teeren osalta 29 prosenttia ja pyyn osalta -58 prosenttia. Viiden edellisvuoden osalta poikkeama keskiarvosta oli metsolla 57 prosenttia, teerellä 30 prosenttia ja pyyllä -53 prosenttia. Vuoden 2018 kesälaskennoissa poikasosuuden suuruus Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella oli metsolla 51 prosenttia, teerellä 60 prosenttia ja pyyllä 42 prosenttia. Metsolla poikueellisten naaraiden osuus oli prosentuaalisesti 69 ja teerellä 64. Keskimääräiseksi poikueen kooksi Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella metsolla muodostui 3,7 kappaletta, teerellä 4 kappaletta ja pyyllä 3,3 kappaletta. (Kuva 3.)



Kuva 3. Kesälaskennan 2018 tulokset Hausjärven-Riihimäen riistanhoitoyhdistyksen alueella. (Riistakolmiot mukaillen)

2.2 Elinympäristöjen mallintaminen

Graf ym. (2009) selvittivät tutkimuksessaan LiDAR tiedon käyttökelpoisuutta metson (*Tetrao urogallus*) elinympäristöjen määrittämiseen. Tutkimuksessa käytettiin jatkuvia muuttujia metsikön horisontaalisesta ja vertikaalisesta rakenteesta, jotka saatiin ensimmäisestä ja viimeisestä LiDAR pulssista. Tieto metson olinpaikoista selvitettiin kenttätyönä, jotta elinympäristön soveltuvuutta voitaisiin mallintaa yleistetyn lineaarisen mallin avulla. Graf ym. (2009) mukaan havainnointi metsokannan koosta perustui metson jälkiin, sulkiin ja suoriin näköhavaintoihin. Tutkimuksessa tietoa metson olinpaikoista käytettiin vastemuuttujana ja kaukokartoitusaineistoa selittävänä muuttujana. Logistista regressiota binomisella virhejakaumalla ja logit- linkkifunktiota käytettiin ennustamaan binaarista vastemuuttujaa. Tutkimusalue sijaitsi Sveitsin Alpeilla, käsittäen 17,7 neliökilometrin alueen. Tutkimusalue koostui 55 prosenttisesti metsäalueista, 16 prosenttisesti suoalueista ja 29 prosenttisesti alppilaitumista ja kallioalueista.

Tutkimusta varten kerätystä LiDAR maaston- ja pinnan korkeuden raakadatasta muodostettiin kolmioverkko (TIN). Lineaarisen interpoloinnin avulla maastosta muodostettiin maastomalli (DTM) ja pintamalli (DSM). Metson olinpaikkatietoa käytettiin vastena ja kaukokartoitustietoa selittävänä muuttujana mallin muodostamiseen elinympä-

ristön soveltuvuudelle. Graf ym. (2009) totesivat ensimmäisen ja viimeisen LiDAR pulssin tiedon parantavan ennustetta elinympäristön soveltuvuudesta ylipäättään metsolle soveltuvalla tutkimusalueella. Grafin ym. (2009) mukaan tutkimustulokset todistavat, että LiDAR tieto maanlaajuisella kattavuudella mahdollistaa elinympäristön soveltuvuuden arvioinnin metsässä elävälle lajistolle populaatiotasolla.

Graf ym. (2009) LiDAR- muuttujiin perustunut elinympäristömalli ei kuitenkaan täysin vastannut simuloinnilla tuotettua elinympäristön mallintamista. Tutkimuksessa tulosten luotettavuutta onkin arvioitu kolmesta eri näkökulmasta. Ensinnäkin mallin hyvyyttä ei voida pitää absoluuttisena mittarina. Toiseksi metsikön rakenteella voi olla rajoitettu kyky ilmaista metson esiintymistä metsikkötason mittakaavassa, koska metso on liikkuva laji, joka viettää aikaa myös sille huonommin soveltuvissa elinympäristöissä. Kolmanneksi mallin kehittäminen tarvitsee yksityiskohtaisempaa tietoa metsikön vertikaalisesta rakenteesta.

Myös Braunisch ym. (2007) käyttivät tutkimuksessaan mallintamista metson elinympäristön soveltuvuuden arviointiin. Ehdotetun mallin avulla ekologisten olosuhteiden mahdollisuuksia metson elinympäristöksi voidaan maisematasolla arvioida. Näin metson sopivia elinympäristökohteita voitaisiin löytää paikallisesti. Tutkimuksessa maisemaparametreja arvioitiin valittuihin metsolle ominaisiin kasvillisuuspiirteisiin. Tietoa metson olinpaikoista ja analyysiä ekologisista lokeroista käytettiin metson elinalueelle ominaisten maisemaan ja maankäyttöön liittyvien muuttujien tunnistamiseksi. Tutkimuksessa selvitettiin myös mittakaavan vaikutusta ennustavan mallin laatuun. Suuresta varianssista huolimatta korrelaatio maisematason muuttujien ja metsän rakenteen välillä oli löydettävissä. Suurin vaikutus metsän rakenteeseen oli maaperä- ja ilmastomuuttujilla, joiden todettiin olevan myös parhaimpia metson elinympäristön ennustajia. Braunisch ym. (2007) tulosten mukaan muutaman maisemaparametrin avulla suuri osa metson levittäytymisalueesta on ennustettavissa.

Mathys ym. (2006) ovat tutkimuksessaan selvittäneet pyyn (*Bonasa bonasia*) elinympäristöjen tunnistamista maisematasolla. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voidaanko soveltuvuutta pyyn elinympäristöksi mallintaa maisematasolla ilmakuviin perustuen. Tutkimuksessa käytettiin infrapuna ilmakuvia mittakaavoissa 1:10 000–1:25 000 vuodelta 1995 ja vuosien 1998–1999 väliltä elinympäristömuuttujien arviointiin maisema-

tasolla. Riippuva muuttuja, eli pyyn esiintyminen, kartoitettiin kenttätyönä lokakuussa 1999. Pillin avulla jäljiteltiin pyyn ääntä, ja kutsuun vastanneiden pyiden olinpaikka tallennettiin GPS- laitteelle.

Analyysillä pyyn elinympäristöön vaikuttavat muuttujat, kuten metsikön kehitysluokka, latvuspeittävyys sekä lehti- ja havupuusuhde tunnistettiin ilmakuvilta. Tutkimuksen mukaan metsikön koostumus, kehitysluokka ja kerroksellisuus ovat ilmakuvilta vaivatta tunnistettavissa. Mathys ym. (2006) totesivat myös ilmakuvien spatiaalisen resoluution olevan riittävä pyyn vaatiman metsikön rakenteellisten ominaisuuksien esittämiseen. Mallinnuksen tuottama tieto oli myös suurilta osin yhdenmukaista tunnettujen pyiden esiintymisalueiden kanssa.

Tämän pro gradu työn avulla selvitetään, voidaanko riistan elinympäristöjä ja riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita kartoittaa paikkatietoanalyysien ja avoimen metsävaratiedon avulla. Tutkimus tehdään yhteistyössä metsästysseura Hausjärven Riistamiehet ry:n ja metsästysseuralle maitaan vuokranneiden maanomistajien kanssa. Maanomistajat voivat käyttää tutkimuksen tuloksia osana riistaa huomioivaa metsäsuunnittelua ja metsänhoitoa. Metsästysseuralle tutkimus tarjoaa tietoa eri riistalajeille ominaisista elinympäristöistä ja auttaa mahdollisesti kartoittamaan riistalajistoa metsästysseuran alueelta. Näin mallintamisella tuotettuja ja maastoinventoinnilla kerättyjä riistatiheikkötietoja voidaan käyttää osana riistasuunnittelua.

2.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on selvittää, voidaanko paikkatietoanalyysien ja Luonnonvarakeskuksen avoimen paikkatietoaineiston avulla mallintaa riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita ja riistan elinympäristöjä metsäkanalintuihin ja erityisesti metsoon, teereen ja pyyhyn painottuen. Tavoitteena on myös selvittää riistan elinympäristöillä olevia puustollisia ominaispiirteitä tutkimusalueella. Ominaispiirteiden tarkastelussa hyödynnetään metsäsuunnitelman kuviokohtaisia puustotietoja. Tarkoituksena on tehdä Luonnonvarakeskuksen avoimen paikkatietoaineiston avulla ja ArcMap- ohjelmistolla painotettu päällekkäisanalyysi (Weighted Overlay), jonka avulla riistan elinympäristöjä ja riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita selvitetään laajemmin koko tutkimusalueella ja kuviotasolla. Metsäkanalinnuista mallinnuksessa noudatetaan metsolle, teerelle ja pyylle soveltu-

via elinympäristöehtoja. Metsäkanalintujen elinympäristöjen ja riistatiheikköjen mallintamisessa huomioidaan Lindenin ym. (2014) mukaisia elinympäristövaatimuksia.

Tutkimuskysymyksinä ovat:

- Pystytäänkö riistan elinympäristöjä ja riistatiheikköjä mallintamaan avoimeen metsävaratietoon perustuen?
- Miten maastoinventoinnilla kerätty tieto riistatiheiköistä eroaa mallinnuksella tuotetuista riistatiheiköistä?
- Onko mallintamisella mahdollista korvata riistatiheikköjen kartoitus maastoinventoinnin sijasta?

Tutkimushypoteesit ovat:

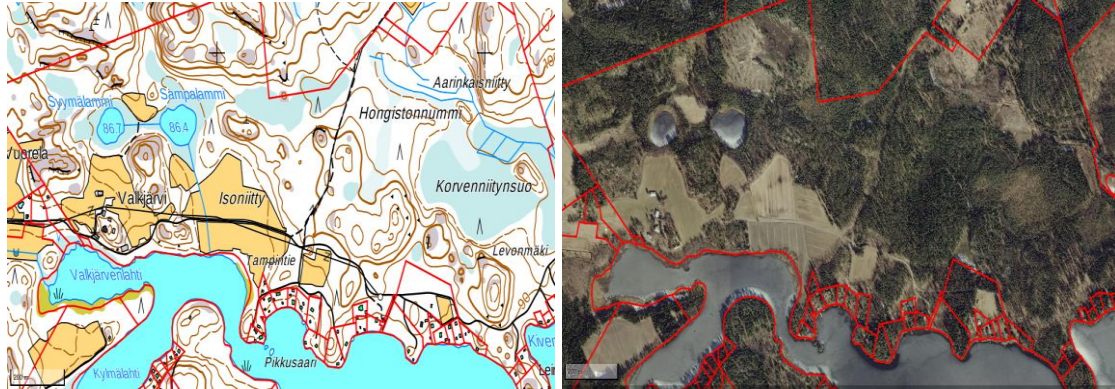
- Elinympäristöjen ja riistatiheikköjen mallintaminen avoimella metsävaratiedolla on mahdollista, jos tarkasteltavien lajien elinympäristövaatimukset pystytään mallintamisessa huomioimaan.
- Mallintamisella tuotetut riistatiheiköt ovat pinta-alaltaan suurempia kuin maastoinventoinnilla kartoitetut.
- Erinomaisesti riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita löydetään paikkatietanalyysillä useampia kuin maastoinventoinnilla.
- Tiheikköjen pinta-aloissa ja etäisyydessä seuraavaan lähimpään tiheikköön ei ole merkittävää eroa inventoinnin ja mallinnuksen välillä.

3. AINEISTOT JA MENETELMÄT

3.1 Aineiston hankkiminen

Maastoinventointia varten käytettävissä on kolme metsätilaa, joille metsästysseura Hausjärven Riistamiehet ry:llä on metsästysoikeus. Tilat sijaitsevat Kanta-Hämeessä Hausjärvellä Puujaan kylässä ja Haminankylässä. Tutkimusalueeksi käytettävissä olevan alueen kokonaispinta-ala on noin 200 hehtaaria. Tutkimusalueeseen sisältyy kan-

gasmetsän ohella peltoja, lampia, soita. Metsän puusto tutkimusalueella vaihtelee kehitysluokiltaan aukeasta varttuneisiin kasvatusmetsikköihin. Kuvassa 4 osa tutkimusalueesta on nähtävillä maastokartalla ja ilmakuvalla.



Kuva 4. Tutkimusalue sisältää riistalajistolle suotuisia peltojen, soiden, vesistöjen ja jyrkänteiden välisiä vaihtumisyvyöhykkeitä. Lisäksi tutkimusalueen kasvupaikkatyyppeihin, puulajeihin ja puuston ikään liittyy vaihtelua (Kuva: Paikkatietoikkuna).

Tutkimusalueella ja metsästysseuran alueella liikkuvasta lajistosta on kerätty tietoa riistakameroilla. (Kuva 5.) Riistakamerahavaintoja tutkimusalueella on esimerkiksi hirvistä, valkohäntäpeuroista, ketuista, ilveksistä, rusakoista ja metsäjäniksistä. Riistakamerahavainnot ovat pääosin kerätty riistalle perustetuilta ruokintapaikoilta peltojen tai taimikkojen läheisyydestä, jonka vuoksi havainnot metsäkanalintujen liikehdinnästä ja esiintymisalueista ovat vähäisiä.



Kuva 5. Metsästysseuran alueelta ja tutkimusalueelta riistakameraan tallentunutta lajistoa. (Vuorela 2014, 2015).

Noin 140 hehtaarin osalta maastoinventoinnin tueksi on käytettävissä Stora Enson metsäsuunnittelijan laatimaa metsäsuunnitelma-aineistoa, jota on alettu kerätä vuonna 2015 ja jota päivitetty vuosittain. Tutkimusalueen metsäsuunnitelman kattavalla osalla kasvupaikkatyyppi vaihtelee karuista kankaista lehtomaisiin kankaisiin. Metsäsuunnitelman

perusteella lehtomaisten kankaiden osuus on 24 prosenttia, tuoreiden kankaiden 44 prosenttia ja kuivahkojen kankaiden 32 prosenttia. Metsäsuunnitelman kattavalla tutkimusalueen osalla nuorten taimikoiden osuus pinta-alasta on yksi prosentti, varttuneiden taimikkojen seitsemän prosenttia ja ylispuustoisten taimikoiden kaksi prosenttia. Nuorten kasvatusmetsien osuus on 34 prosenttia, varttuneiden kasvatusmetsien 43 prosenttia ja uudistuskypsien metsiköiden osuus kolme prosenttia. Aukeiden alueiden osuus kattaa neljä prosenttia pinta-alasta. Kuvassa 6 on esitetty tutkimusalueen kehitysluokkajakauma pinta-aloittain. Peltojen ja kangasmetsien välisten vaihtumisyöhykkeiden lisäksi tutkimusalueeseen kuuluu jyrkäniteitä, kallioalueita ja noin viisi hehtaaria vähäpuustoista suota.



Kuva 6. Tutkimusalueen kehitysluokkajakauma hehtaareittain. Kuvaajassa T1 = taimikko alle 1,3 m, T2 = taimikko yli 1,3 m, Y1 = ylispuustoinen taimikko, O2 = nuori kasvatusmetsikkö, O3 = varttunut kasvatusmetsikkö, O4 = uudistuskypsä metsikkö, A0 = aukea ja S0 = suojuspuumetsikkö.

Paikkatietoanalyysijä varten aineisto hankittiin Luonnonvarakeskuksen avointen aineistojen tiedostopalvelusta. Tiedostopalvelu sisältää viimeisimpänä tiedon vuoden 2015 MVMI:n eli Monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin tuloksista. Lähtöaineiston tekijänoikeuksien omistajana on Luonnonvarakeskus ja aineisto on nimeltään Monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto. Tiedostopalvelusta aineisto on ilmaiseksi ladattavissa. Viimeisimpänä käynnissä on ollut Valtakunnan metsien 12. inventointi, jonka koealakohtaiset puustotiedot kerättiin maastotyönä. Maastotyössä koealoilta mitataan esimerkiksi tieto kunkin koealalle osuvan puun sijain-

nista, suunnasta ja läpimitasta elektronisia mittasaksia hyödyntäen. Koealan puustosta määritetään muun muassa keskipituus, ikä ja pohjapinta-ala. Luonnonvarakeskuksen avointen aineistojen tietokannassa tiedostot ovat geotiff- muotoisia ja utm200 karttalehtijaotuksen perusteella ladattavissa. Hausjärvellä sijaitsevan tutkimusalueen kattava alue ja aineisto ovat löydettävissä karttalehdeltä L4. Paikkatietoanalyysien lähtöaineistoksi haettiin tiedot puuston pituudesta, iästä, latvuspeittävydestä sekä tilavuudesta puulaejeittain.

Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta tutkimusalueen kattava kartta-aineisto on myös ilmaiseksi ladattavissa. Avoin tiedostoaineisto noudattaa CC 4.0 lisenssiä, joka sallii aineiston vapaan kopioinnin, hyödyntämisen ja uusien aineistojen tuottamisen aineiston lähde mainiten. Maanmittauslaitoksen avointen aineistojen tietokannasta hyödynnetään peruskarttarasteria tutkimusalueelta. Lisäksi tietokannasta saadaan tarvittaessa kiinteistörekisterikartta tutkimusalueen kattavalta osalta, karttalehdeltä L4243D. Suomen Ympäristökeskuksen avoimesta paikkatietoaineistosta on mahdollista hyödyntää tietoa tutkimusalueen maankäytöstä, aineistona Corine maanpeite 2012.

3.2 Tutkimusmenetelmät maastoinventoinnissa

Tutkimusmenetelminä on laatia tutkimusalueelle maastoinventointi riistatiheiköiksi soveltuvista kohteista ja verrata tuloksia painotetulla päällekkäisanalyysillä (Weighted Overlay) saatuihin tuloksiin. Maastossa tapahtuva mittaaminen onkin yhä oleellinen osa luonnonvarahallinnan paikkatietosovelluksia (Holopainen ym. 2015). Metsässä tehtävät mittaukset ovat tukena esimerkiksi metsävarojen käytön suunnittelussa ja puuston tilavuuden ja laadun inventoinnissa (Holopainen ym. 2015). Riistatiheiköiksi mallintamisen mukaan soveltuvia kohteita verrataan maastokartoituksella kerättyyn tiheikkötietoon. Riistatiheiköistä maastossa kerättäviä tietoja ovat niiden sijainti, lukumäärä ja pinta-ala. Maastoinventoinnilla saatuja tuloksia tiheikköjen sijainnista, lukumäärästä, pinta-alasta, etäisyydestä seuraavaan lähimpään tiheikköön ja osuudesta tutkimusruudun pinta-alasta verrataan painotetulla päällekkäisanalyysillä tuotettuihin tietoihin riistatiheiköiksi soveltuneista kohteista.

Maastoinventoinnissa riistatiheikköjen määrittämisessä noudatettiin Hyvän metsänhoidon suosituksia riistametsänhoitoon- työopasta. (Linden ym. 2014). Toisena oppaana määrittämisessä käytettiin Riistametsänhoidon työohjeita (Riistakeskus 2015). Linden ym. (2014) työoppaan mukaan riistatiheiköiksi soveltuvat kohteet sijaitsevat esimerkiksi suon ja kankaan välisessä vaihtumisvyöhykkeessä, peltojen reunavyöhykkeissä, leppä- ja haaparyhmissä sekä kallion laella, kivisillä ja muuten hankalasti raivattavissa olevilla metsäalueilla.

Riistametsänhoidon työohjeiden mukaan (Riistakeskus 2015) riistatiheikköjen koko vaihtelee muutaman puun ryhmistä noin kahteen aariin. Riistatiheikköjä pyrittiin kartoittamaan Lindenin (2014) työohjeiden mukaisesti 3–5 kappaletta hehtaarille. Maastossa sijaintitieto työohjeiden mukaan riistatiheiköiksi soveltuvista kohteista tallennettiin b-bark- ohjelmistolla ja tallennetut riistatiheikköjen sijaintitiedot siirrettiin ArcMap-ohjelmaan.

Tiheiköt rajattiin maastossa suorakaiteen muotoisiksi ja pinta-alan laskemiseksi tiheikön pituus ja leveys mitattiin kahdelta sivulta. Riistatiheikköjen rajauksessa huomioitiin vaihtumisvyöhykkeet, puuston pituusvaihtelu, kuusialikasvos, lepän ja haavan osuus sekä jo mahdollisesti olemassa olevat säästöpuuryhmät. Riistatiheikköjen rajaaminen keskitettiin alueille, joissa niiden säästäminen taimikonhoidon tai näkemäraivauksen yhteydessä oli käytännössä mahdollista tai ajankohtaista. Maastoinventoinnin helpottamiseksi tutkimusalue jaettiin ArcMap paikkatieto-ohjelmistolla yhden hehtaarin kokoiisiin tutkimusruutuihin, joiden sisältä riistatiheiköt rajattiin. Tutkimusruudukko muodostettiin Arcmap- ohjelman Create Fishnet- työkalulla.

Tutkimusruudut maastoinventointiin valittiin metsäsuunnitelmaa hyödyntämällä ja tulevaa metsänkäsittelyä huomioimalla edustavilta kohteilta. Tutkimusruutuja maastoinventointiin valikoitui 12 kappaletta. Näiltä yhden hehtaarin kokoisilta tutkimusruuduilta rajattiin yhteensä 45 työohjeiden mukaan riistatiheiköiksi soveltuvaa kohdetta. Maastoinventoinnilla kerättyjä ja maasto-ohjeiden mukaan riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita verrattiin painotetulla päällekkäisanalyysillä tuotettuun riistatiheikkötietoon. Vertailua tehtiin tiheikköjen lukumäärän, koon, etäisyyden seuraavan lähimmän riistatiheikön välillä ja osuudesta tutkimusruudun pinta-alasta. Vertailua ja tiedonkeruuta varten jo-

kainen tutkimusruutu numeroitiin välillä 1–12. Tilastollisten tunnuslukujen laskenta suoritettiin Microsoft Excel- ja tilastollinen testaus SPSS- ohjelmistolla.

3.3 Tutkimusmenetelmät paikkatietoanalyysissä

Riistatiheikköjen osalta menetelmänä oli painotetun päällekkäisanalyysin (Weighted Overlay) tekeminen lähtöaineistona Luonnonvarakeskuksen avoimet monilähde-VMI:n tiedot. Inventoinnin ja analyysin tulosten perusteella muodostettiin teemakartta riistatiheiköksi soveltuvista kohteista. Riistatiheikköjen osalta mallinnuksessa painotettiin nuoria kuusivaltaisia metsiköitä kuusen tarjotessa metsäkanalinnuille hyvän suojan. Myös vaihettumisvyöhykkeet, kallioiset alueet, peltojen reuna-alueet sekä leppä- ja haapavaltaisuus pyrittiin huomioimaan. Puuston suurta latvuspeittävyyttä painotettiin suojapaikan tarjoajana. Päällekkäisanalyysissä painotettiin pituudeltaan matalaa, nuorta alikasvospuustoa, mutta myös riistatiheikön kerroksellisuus huomioitiin antamalla suurempia painoarvoja myös pituudeltaan korkeammalle, varttuneemmalle puustolle.

Tiheikköjen mallintamiseksi tarvittavat aineistot ladattiin Luonnonvarakeskuksen tiedostopalvelusta. Riistatiheikköjen mallintamisessa käytettiin Luonnonvarakeskuksen Monilähde-VMI aineistoja Tilavuus, kuusi 2015 (m³/ha), Tilavuus, muu lehtipuu 2015 (m³/ha), puuston keskipituus 2015 (dm), latvuspeittävyys (%) ja Puuston ikä 2015 (vuosi). Luonnonvarakeskuksen avoimissa aineistoissa solukokona oli 16 m x 16 m kokoinen ruudukko. Maanmittauslaitoksen avointen aineistojen tietokannasta hyödynnettiin peruskarttarasteria teemakartan taustakarttana. ArcMap- ohjelmaan siirrettäessä aineistot muutettiin EUREF_FIN_TM35FIN koordinaattijärjestelmään. Taulukossa 1 on esitetty riistatiheikköjen mallintamisessa käytetyt aineistot sekä päällekkäisanalyysissä käytetyt painotukset. Päällekkäisanalyysissä kaikille aineistoille annettiin painoarvoksi 20 prosenttia. Päällekkäisanalyysiä varten lähtöaineistot luokiteltiin 5–8 luokkaan. Luokittelu on nähtävillä taulukossa 1. Aineiston luokittelu tehtiin ArcMap- ohjelmiston Reclassify- työkalulla. Luokittelun jälkeen painotettu päällekkäisanalyysi tehtiin ArcMapin Weighted Overlay- toiminnolla.

Taulukko 1. Painotetussa päällekkäisanalyysissä (Weighted Overlay) riistatiheikköjen mallintamiseksi käytetyt aineistot ja painotukset (Scale Value).

Luokiteltu aineisto (raster)	Luokka	Painotus (scale value)
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha),	0–20	1
	20–51	2
	51–85	5
	85–124	8
	123–303	9
Tilavuus, muu lehtipuu 2015 m ³ /ha)	0–7	1
	7–20	2
	20–36	4
	36–56	5
	56–80	7
	80–111	8
	111–155	9
	155–419	9
Puuston keskipituus 2015 (dm)	0–36	7
	36–77	9
	77–116	5
	116–149	4
	149–177	3
	177–203	5
	203–231	6
	231–321	6
Latvuspeittävyys (%)	0–12	1
	12–25	2
	25–37	3
	37–48	5
	48–58	6
	58–65	8
	65–72	9
	72–92	9
Puuston ikä 2015 (vuosi)	0–20	1
	20–51	2
	51–85	3
	85–124	4
	124–303	5

Metsäkanalintujen elinympäristöjä mallinnettiin myös painotetulla päällekkäisanalyysillä (Weighted Overlay). Lähtöaineistoon perustuen muodostettiin analyysin tuloksista teemakartat metson, teeren ja pyyn elinympäristöksi soveltuvista alueista. Lähtöaineistona elinympäristöjen mallintamisessa olivat Luonnonvarakeskuksen monilähde-VMI:n tiedot puuston iästä, pituudesta, latvuspeittävyyydestä ja puuston tilavuudesta puulajeittain.

Ennen päällekkäisanalyysin tekemistä puuston ikä, pituus, latvuspeittävyys ja tilavuus luokiteltiin myös 5–10 luokkaan aineiston käsittelyn helpottamiseksi. Luokittelu tehtiin ArcMap- ohjelmiston Reclassify- työkalulla ja painotettu päällekkäisanalyysi edelleen Weighted Overlay- toiminnolla. ArcMap- ohjelmistossa riistan elinympäristöjä voidaan mallintaa myös sumealla päällekkäisanalyysillä. Sumean päällekkäisanalyysin tekemiseksi käytettävä lähtöaineisto sumeutettaisiin Fuzzy Membership- työkalulla. Fuzzy Membership työkalulle syötettäviä parametreja käyttäjä voisi itse muokata. Esimerkiksi Membership- tyyppiä voidaan valita Gaussian, jolloin mallinnuksessa painotetaan soveltuvia kohteita Gaussin käyrän mukaisesti. Kun mallintamisessa tarvittavat aineistot olisi luokiteltu ja sumeutettu, varsinainen sumea päällekkäisanalyysi tehtäisiin Fuzzy Overlay- työkalulla.

Sumeassa päällekkäisanalyysissä Overlay tyyppinä käytetään AND- arvoa, kun halutaan tuottaa aineistosta pieniä arvoja. Overlay- tyyppiä voidaan valita OR, kun lähtöaineistosta halutaan tuottaa suuria arvoja. SUM- vaihtoehtoa käytetään, kun yhdistettyjä arvoja pidetään merkityksellisimpinä kuin yksittäisiä. Asettamalla tyyppiä PRODUCT aineiston arvot kerrotaan keskenään, jolloin saatu tulo voi olla pienempi kuin yksikään sisään syötetty luku: tällöin aineiston ei tulisi sisältää 0- arvoja. Tavallisen painotetun päällekkäisanalyysin tapauksessa muuttujien painotukset valitaan kuitenkin tarkasteltavan riistalajin elinympäristövaatimusten mukaisesti.

Metso viihtyy myöhäisen sukkessiovaiheen metsiköissä, joten päällekkäisanalyysissä painotettiin vanhoja metsiköitä ja mäntyä talviravinnon tarjoajana. Lindenin ym. (2014) mukaan metso viihtyy parhaiten 30–40-vuotiaissa ja tätä vanhemmissa metsissä, mutta mallintamisessa painotettiin myös tätä vanhempaa puustoa. Lähtöaineiston perusteella alikasvosta ja mustikkapeitteisyyttä suojan ja poikueravinnon tarjoajana ei pystytty mal-

lintamisessa huomioimaan. Mallinnuksessa käytettävät Luonnonvarakeskuksen monilähde-VMI:n aineistot ja painotuksissa huomioitavat elinympäristöehdot metson osalta ovat esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Aineisto ja painotetut elinympäristöehdot metsolle.

Käytettävä MVMi aineisto	Mallinnuksessa käytettävät elinympäristöehdot
Puuston ikä 2015 (vuosi)	30–40 vuotta ja vanhempi
Tilavuus, mänty 2015 (m ³ /ha)	Mänty talviravintona (hakomispuut)
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha)	Kuusi suojuuna

Metson elinympäristöjen mallintamiseen käytettiin tarvittavaa aineistoa Luonnonvarakeskuksen avointen aineistojen tiedostopalvelusta. Lähtöaineistoksi ladattiin monilähde-VMI aineistosta Puuston ikä 2015 (vuosi), Tilavuus, mänty 2015 (m³/ha) ja Tilavuus, kuusi 2015 (m³/ha). Aineistojen solukokona oli myös 16 m x 16 m kokoinen ruudukko. Maanmittauslaitoksen avointen aineistojen tietokannasta käytettiin peruskarttarasteria myös elinympäristöistä tehtyjen teemakarttojen taustakarttana. ArcMap- ohjelmaan siirrettäessä aineistot muutettiin myös EUREF_FIN_TM35FIN koordinaattijärjestelmään.

Aineiston käsittelyn ja painotetun päällekkäisanalyysin helpottamiseksi lähtöaineistot luokiteltiin 5–8 luokkaan. Metson elinympäristöjen mallintamiseksi puuston ikä-, männyn tilavuus- ja kuusen tilavuusaineisto luokiteltiin viiteen luokkaan ArcMap- ohjelman Reclassify- toiminnolla. Luokittelun jälkeen aineiston Puuston ikä (vuosia) ensimmäinen luokka sisälsi puuston iän välillä 0–20 vuotta, toinen luokka iän välillä 20–51 vuotta, kolmas luokka iän välillä 51–85 vuotta, neljäs luokka iän välillä 85–124 vuotta ja viides luokka ikä välillä 124–303 vuotta. Männyn hehtaariohtaisen tilavuuden osalta ensimmäinen luokka sisälsi arvot välillä 0–20 m³/ha, toinen luokka arvot 20–51 m³/ha, kolmas luokka arvot 51–85 m³/ha, neljäs luokka arvot 85–124 m³/ha ja viides luokka arvot 124–303 m³/ha. Kuusen tilavuuden osalta noudatettiin samaa luokittelua kuin männyn osalta.

Aineiston luokittelun jälkeen painotettu päällekkäisanalyysi suoritettiin ArcMapin Weighted Overlay- toiminnolla. Analyysissä käytetyissä painotuksissa huomioitiin taulukossa 1 esitettyjä, metsolle suotuisia elinympäristövaatimuksia. Taulukossa 3 on kuvattuna metson elinympäristön mallintamisessa käytetyt painotukset ja reunaehdot. Painotetussa päällekkäisanalyysissä aineistojen painoarvoiksi annettiin luokitellulle iälle 33 prosenttia, luokitellulle männyn tilavuudelle 33 prosenttia ja luokitellulle kuusen tilavuudelle 34 prosenttia. Painotetussa päällekkäisanalyysissä suuria painoarvoja (Scale Value) on annettu männylle talviravinnon ja kuuselle peitteisyyden tarjoajana. Puuston iälle annettiin suuri painoarvo (Scale Value) 51-vuoden iästä alkaen.

Taulukko 3. Painotetussa päällekkäisanalyysissä (Weighted Overlay) metson elinympäristöjen mallintamiseksi käytetyt aineistot ja painotukset (Scale Value).

Luokiteltu aineisto (Raster)	Luokka	Painotus (Scale Value)
Puuston ikä 2015 (vuosia)	0–20	1
	20–51	5
	51–85	6
	85–124	7
	124–303	9
Tilavuus, mänty 2015 (m ³ /ha)	0–20	1
	20–51	2
	51–85	7
	85–124	8
	124–303	9
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha)	0–20	1
	20–51	2
	51–85	7
	85–124	8
	123–303	9

Imposen (2015) mukaan teeri on varhaisemman sukkessiovaiheen lajistoa, jolle myös taimikot ja nuoret sekametsät ovat soveltuvia elinympäristöjä, koivun ollessa talviravinnon lähteenä. Mallinnuksessa huomioitiin myös Lindenin ym. (2014) mukainen vaatimus 11–15 metrin puuston valtapituudesta teeren elinympäristöissä. Teeren osalta mallinnuksessa käytettävä aineisto ja painotuksissa huomioitavat elinympäristöehdot ovat kuvattuna taulukossa 4.

Taulukko 4. Aineisto ja painotetut elinympäristöehdot teerelle.

Käytettävä VMI aineisto: lajina teeri	Mallinnuksessa käytettävät elinympäristöehdot
Puuston ikä 2015 (vuosi)	Taimikot ja nuoret sekametsät
Tilavuus, koivu 2015 (m ³ /ha)	Koivu talviravintona
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha)	Kuusi suojapuuna
Puuston keskipituus 2015 (dm)	110–150 dm

Teeren elinympäristöjen mallintamiseksi käytettiin Luonnonvarakeskuksen Tilavuus, kuusi 2015 (m³/ha) ja Puuston ikä 2015 (vuosi) aineistojen lisäksi Tilavuus, koivu 2015 (m³/ha) ja Puuston keskipituus 2015 (dm) aineistoja. Kuusen tilavuudessa ja puuston iässä käytettiin samaa viisiportaista luokitteluasteikkoa kuin metson elinympäristöjen mallintamisessa. Teeren elinympäristön mallinnusta varten koivun tilavuus ja puuston pituus luokiteltiin kahdeksaan luokkaan.

Koivun tilavuuden osalta ensimmäinen luokka sisälsi arvot välillä 0–10 m³/ha, toinen luokka arvot välillä 10–24 m³/ha, kolmas luokka arvot välillä 24–40 m³/ha, neljäs luokka arvot välillä 40–57 m³/ha, viides luokka arvot välillä 57–75 m³/ha, kuudes luokka arvot välillä 75–95 m³/ha, seitsemäs luokka arvot välillä 95–121 m³/ha ja kahdeksas luokka arvot välillä 121–253 m³/ha. Puuston pituuden osalta ensimmäinen luokka sisälsi pituuden arvot välillä 0–36 dm, toinen luokka arvot välillä 36–77 dm, kolmas luokka arvot välillä 77–116 dm, neljäs luokka arvot välillä 116–149 dm, viides luokka arvot välillä 149–177 dm, kuudes luokka arvot välillä 177–203 dm, seitsemäs luokka arvot välillä 203–231 dm ja kahdeksas luokka arvot välillä 231–321 dm.

Analyysissä pyrittiin painottamaan nuoria metsiköitä, iältään 0–34 vuoden välillä, suurta koivun tilavuutta talviravinnon tarjoajana ja kuusen tilavuutta suojapuuna. Puuston pituudessa painotettiin arvoja välillä 116–149 dm ja 149–177 dm, jotka sisältyivät pituusaineiston luokkiin neljä ja viisi. Luokalle neljä annettiin painoarvoksi (Scale Value) yhdeksän ja luokalle viisi arvoksi kahdeksan. Kaikille aineistoille annettiin analyysissä painoarvoksi 25 prosenttia. Päällekkäisanalyysissä käytetyt aineistot ja painotukset ovat koottuna taulukossa 5.

Taulukko 5. Painotetussa päällekkäisanalyysissä (Weighted Overlay) teeren elinympäristöjen mallintamiseksi käytetyt aineistot ja painotukset (Scale Value).

Luokiteltu aineisto (Raster)	Luokka	Painotus (Scale Value)
Puuston ikä 2015 (vuosia)	0–20	9
	20–51	6
	51–85	3
	85–124	2
	124–303	1
Tilavuus, koivu 2015 (m3/ha)	0–10	1
	10–24	2
	24–40	3
	40–57	4
	57–75	6
	75–95	7
	95–121	8
	121–253	9
Tilavuus, kuusi 2015 (m3/ha)	0–20	1
	20–51	2
	51–85	3
	85–124	8
	124–303	9
Puuston keskipituus 2015 (dm)	0–36	1
	36–77	2
	77–116	3
	116–149	9
	149–177	8
	177–203	3
	203–231	2
	231–321	1

Pyyn osalta elinympäristövaatimuksina ovat Imposen (2015) mukaan kuusivaltaiset sekametsät ja metsänhoidollisesti hoitamattomat alueet, joita mallintamisessa painotetaan. Pyylle kuuset tarjoavat suojaa ja lehtipuut ravintoa, lepän ja koivun ollessa tärkeitä talviravinnon lähteitä (Imponen 2015). Linden ym. (2014) mainitsevat pyiden suosivan erityisesti 20–50 vuotiaita kuusimetsiä ja iäkkäitä kuusimetsiä lehtipuustoa sisältäen, tärkeimpinä lepät ja koivut. Pyyt suosivat Lindenin ym. (2014) mukaan valtapituudeltaan 11–15 metrin pituista puustoa, jota päällekkäisanalyysissä painotetaan. Pyy elinympäristöjen mallinnuksessa käytettävä aineisto ja huomioitavat elinympäristöehdot ovat nähtävillä taulukossa 6.

Taulukko 6. Aineisto ja painotetut elinympäristöehdot pyylle.

Käytettävä VMI aineisto: lajina pyy	Mallinnuksessa käytettävät elinympäristöehdot
Puuston ikä 2015 (vuosi)	20–50 vuotta
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha)	Kuusi suojaapuuna
Tilavuus, muu lehtipuu 2015 (m ³ /ha)	Leppä talviravintona
Tilavuus, koivu 2015 (m ³ /ha)	Sekametsäisyys
Puuston keskipituus 2015 (dm)	110–150 dm
Puuston latvuspeittävyys, koko puusto 2015 (%)	60%–80%

Puuston iän, keskipituuden, kuusen ja koivun tilavuuden osalta aineistossa käytettiin samaa luokittelua kuin metson ja teeren elinympäristöjen mallintamisessa. Aineisto tilavuus, muu lehtipuu 2015 (m³/ha) luokiteltiin kahdeksaan luokkaan, joista ensimmäiseen luokkaan sisältyi puuston tilavuus välillä 0–7 m³/ha, toiseen luokkaan 7–20 m³/ha, kolmanteen luokkaan 20–36 m³/ha, neljänteen luokkaan 36–56 m³/ha, viidenteen luokkaan 56–80 m³/ha, kuudenteen luokkaan 80–111 m³/ha, seitsemänteen luokkaan 111–155 m³/ha ja kahdeksanteen luokkaan tilavuus välillä 155–419 m³/ha. Aineisto puuston latvuspeittävyys, koko puusto 2015, luokiteltiin kahdeksaan luokkaan. Painotetussa päällekkäisanalyysissä latvuspeittävyydelle annettiin suuri painoarvo luokkiin 7–8, joihin sisältyivät arvot välillä 64–92 %. Pyyntä osalta painotetussa päällekkäisanalyysissä muille lähtöaineistoille annettiin painoarvoiksi (Influence) 16 prosenttia ja latvuspeittävyydelle painoarvoksi 20 prosenttia. Analyysissä käytetyt painotukset ovat nähtävillä taulukossa 7.

Taulukko 7. Painotetussa päällekkäisanalyysissä (Weighted Overlay) pyynn elinympäristöjen mallintamiseksi käytetyt aineistot ja painotukset (Scale Value).

Luokiteltu aineisto (Raster)	Luokka	Painotus (Scale Value)
Puuston ikä 2015 (vuosia)	0–20	7
	20–51	9
	51–85	4
	85–124	2
	124–303	1
Tilavuus, kuusi 2015 (m ³ /ha)	0–20	1
	20–51	2
	51–85	3
	85–124	8
	123–303	9
Tilavuus, muu lehtipuu 2015 m ³ /ha)	0–7	1
	7–20	2
	20–36	3
	36–56	4
	56–80	6
	80–111	7
	111–155	8
	155–419	9
Tilavuus, koivu 2015 (m ³ /ha)	0–10	1
	10–24	2
	24–40	3
	40–57	4
	57–75	5
	75–95	7
	95–121	8
	121–253	9
Puuston keskipituus 2015 (dm)	0–36	1
	36–77	2
	77–116	3
	116–149	9
	149–177	8
	177–203	4
	203–231	3
	231–321	1
Latvuspeittävyys (%)	0–12	1
	12–25	1
	25–37	2
	37–48	3
	48–58	4
	58–65	5
	65–72	8
	72–92	9

Maastoinventoinnin ja paikkatietoanalyysien jälkeen saatuja tuloksia riistatiheiköiksi soveltuvista kohteista vertailtiin keskenään. Tilastollista vertailua tehtiin maastossa kartoitettujen ja paikkatietoanalyysillä saatujen, riistatiheikköjä kuvaavien tunnuslukujen välillä. Riistatiheikköaineistosta laskettuja tunnuslukuja olivat tiheikköjen lukumäärä, tiheikköjen lukumäärien keskiarvot, pinta-alat, pinta-alojen keskiarvot ja etäisyydet lähimpään seuraavaan soveltuvaan tiheikköön. Maastoinventoinnilla kartoitetuista tiheiköistä laskettiin myös tiheikköjen pinta-alojen minimi- ja maksimiarvot sekä tarvittavat keskihajonnat. Tunnusluvut laskettiin jokaiselle tutkimusruudulle erikseen ja yhteenvetona koko tutkimusruutuverkoston alueelle. Inventoitujen ja mallinnettujen tiheikköjen pinta-alojen mahdollista tilastollisesti merkitsevää eroa selvitettiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Inventoitujen ja mallinnettujen tiheikköjen lyhimpien etäisyyksien mahdollista tilastollista eroa selvitettiin Kruskal-Wallis testillä. Tunnuslukujen laskentaan käytettiin Microsoft Exceliä ja tilastolliseen testaukseen SPSS- ohjelmistoa.

Painotetun päällekkäisanalyysin tulosten perusteella laadittiin teemakartat, joissa on nähtävillä alueellinen soveltuvuus metson, teeren ja pyyn elinympäristöiksi. Teemakartoissa käytettiin rajauksena tutkimusaluetta, jonka rajat karttapohjalle ensin digitoitiin. Analyysin tulokset rajattiin tutkimusalueelle ArcMapin toolbox- valikosta valitsemalla Raster, Raster Processing ja Clip. Teemakartoilla on nähtävillä esimerkiksi tutkimusalueeseen kuuluvan Hongistonnummen, Aarinkaisniityn, noin seitsemän hehtaarin kokoisen Korvenniitynsuon ja Isoniityn peltoalueeseen rajoittuvan metsikön soveltuvuus kunkin metsäkanalinnun elinympäristöiksi. Teemakartoilla soveltuvia elinympäristöjä voitiin tarkastella myös Korvenniitynsuon alueella ja kahden lammikon, Syymälammin ja Sampalammin reuna-alueilla. Teemakartoilla elinympäristön soveltuvuus ilmeni metsoilla yhdeksänportaisella asteikolla, välillä 1–9. Teerelle ja pyylle soveltuvuus ilmeni seitsemänportaisella asteikolla, välillä 1–7. Pienimmällä arvolla alue soveltui elinympäristöksi erittäin heikosti ja suurimmalla arvolla alue soveltui erittäin hyvin. Väriskaalas- sa punainen väri kuvasi elinympäristöksi heikkoa soveltuvuutta ja vihreä erinomaista soveltuvuutta. Teemakartoilla esitystapana käytettiin bilineaarista interpolaatiota, jolla saatiin pehmeälinjainen raja- alue eri soveltuvuusluokkien, (1–9) tai (1–7) välille.

Mallinnuksen perusteella laadittujen teemakarttojen perusteella selvitettiin metson, teeren ja pyyn elinympäristöksi soveltuvia kuvioita tutkimusalueella ja kyseisten kuvioiden puustotietoja. Kuviotietojen ja mallinnuksen tulosten perusteella selvitettiin kullekin riistalajille soveltuvan elinympäristön puustollisia ominaispiirteitä tutkimusalueella. Mallinnuksen perusteella elinympäristöiksi soveltuvista kohteista selvitettiin kuvion numero, kuvion pinta-ala, puuston ikä, puuston tilavuus puulajeittain ja puuston keskipituus.

3.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisella testauksella selvitettiin, onko maastossa inventoitujen ja mallinnuksella löydettyjen tiheikköjen välisillä pinta-aloilla tilastollisesti merkitsevää eroa. Testauksessa lähtöaineistona käytettiin tietoa tutkimusruuduilla olevien tiheikköjen pinta-aloista. Tutkimusruuduilla pinta-alojen havaintoja oli yhteensä 62 kappaletta. SPSS- ohjelmistoa varten aineisto jaettiin kahteen luokkaan inventointitavan perusteella. Luokkaan yksi sisältyi maastoinventoinnilla kartoitetut tiheiköt ja luokkaan kaksi mallinnuksella löydetty tiheiköt. Tilastollisessa testauksessa käytettiin viiden prosentin merkitsevyystasoa. Tilastollisena testausmenetelmänä pinta-alojen mahdollista eroa selvitettiin varianssi-analyysillä. Riippuvana muuttujana (Dependent List) käytettiin aineistoa tiheikköjen pinta-aloista ja ryhmittelevänä muuttujana (Factor) inventointitapaa (1 tai 2). Tilastollista testausta varten muodostettiin kaksi hypoteesia.

H_0 = Inventointitavalla ei ole vaikutusta tiheikköjen pinta-aloihin.

H_1 = Mallinnuksella tuotetut tiheiköt ovat pinta-alaltaan suurempia.

Toiseksi tilastollisella testauksella selvitettiin, onko etäisyydellä lähimpään seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen tilastollisesti merkitsevää eroa inventoinnin ja mallinnuksen välillä. Havaintoja tiheikköjen välisistä etäisyyksistä oli yhteensä 24 kappaletta. Tilastollisessa testauksessa käytettiin viiden prosentin merkitsevyystasoa. Aineisto jaettiin myös tiheikköjen välisiä etäisyyksiä testattaessa inventointitavan perusteella kahteen luokkaan. Luokkaan yksi sisältyi maastoinventoinnilla kartoitettujen tiheikköjen etäisyydet. Luokkaan kaksi sisältyi mallinnuksella tuotettujen tiheikköjen etäisyydet. Etäisyyksien osalta tilastollisena testausmenetelmänä käytettiin Kruskal-Wallis testiä aineiston pienestä ($n=24$) otoskoosta johtuen. Pienen otoskoon vuoksi aineiston ei

voitu myöskään olettaa noudattavan normaalijakaumaa. Testimuuttujana käytettiin etäisyyttä lähimpään tiheikköön (m) ja luokittelevana muuttujana inventointitapaa (1 tai 2). Tilastollista testausta varten muodostettiin kaksi hypoteesia.

H_0 = Inventointitavalla ei ole vaikutusta tiheikköjen väliseen lähimpään etäisyyteen.
 H_1 = Mallinnuksella tuotetuissa tiheiköissä lyhin etäisyys seuraavaan tiheikköön on suurempi.

4. TULOKSET

Riistatiheikköjen mallintamisella tuotettuja tietoja verrattiin maastoinventoinnin tietoihin. Riistatiheikköjen osalta tuloksissa ilmeni maastoinventoinnilla ja mallinnuksella tuotettujen riistatiheikköjen alueellinen sijainti, lukumäärä, pinta-ala ja etäisyys seuraavaan lähimpään tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen. Keskiarvojen lisäksi aineistosta laskettiin tarvittavat keskihajonnat. Mallinnuksen tuloksista laadittujen teemakarttojen perusteella selvitettiin metson, teeren ja pyyn elinympäristöksi soveltuvat kohteet tutkimusalueen laajuisesti ja kuvioittain. Selvityksessä käytettiin mallinnuksen tuloksia metson, teeren ja pyyn elinympäristöiksi soveltuvista kohteista ja metsäsuunnitelman kuviokohtaisia puustotietoja soveltuneilla alueilla. Elinympäristöjen osalta tuloksista ilmeni metsolle, teerelle ja pyylle soveltuvien elinympäristöjen alueellinen sijainti ja puustotiedot soveltuvilla kuvioilla.

4.1 Riistatiheiköt paikkatietoaineiston ja maastoinventoinnin perusteella

Päällekkäisanalyysin tulosten perusteella tarkasteluun otettiin vain parhaimmin riistatiheiköiksi soveltuvat kohteet, joita tutkimusruutujen alueella oli 17 kappaletta soveltuvuusarvolla kuusi. Kuvan 7 teemakartalla nämä soveltuvimmat kohteet näkyvät tumman vihreinä neliöinä. Näiden lisäksi soveltuvuusarvolla viisi kohteita oli 121 kappaletta, jotka teemakartalla näkyvät vaalean vihreinä neliöinä. Soveltuvuusarvolla neljä kohteita oli 112 kappaletta, jotka teemakartalla näkyvät keltaisina neliöinä. Soveltuvuusarvolla kolme kohteita oli 55 kappaletta ja teemakartalla ne näkyvät vaalean punaisina neliöinä. Soveltuvuusarvolla kaksi eli heikoimmin riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita oli viisi kappaletta. Kuvan 7 teemakartalla kyseiset kohteet näkyvät tumman punaisina neliöinä.

Mallinnuksessa puuston pituutta painotettiin luokissa 0–36 dm ja 36–77 dm. Latvuspeittävyyttä painotettiin alkaen luokasta 58–65 %. Puuston iässä painotettiin myös vanhempaa puustoa ja pituudessa korkeampaa puustoa, jotta vaatimus tiheikön kerroksellisuudesta saataisiin huomioitua. Soveltuvuus riistatiheiköiksi ilmoitettiin läh-
töaineiston solukoosta johtuen solukoossa 16 m x 16 m, jolloin yhden riistatiheiköksi soveltuvan kohteen pinta-ala oli 256 m², edellytyksenä tiheikön osuminen kokonaan tutkimusruudun alueelle. Kyseisellä solukoolla saadaan mallinnettua myös mahdolli-
simman laaja, pinta-alaltaan noin 2,6 aarin tiheiköksi soveltuva alue. Tutkimusruuduilta kolme, neljä ja kuusi ei mallinnuksessa käytettyjen painotusten mukaan löydetty sovel-
tuvuusarvolla kuusi eli erinomaisesti tiheiköiksi soveltuvia kohteita. Kuvan 7 teemakar-
talla mustat neliöt kuvaavat maastossa kartoitettujen tiheikköjen sijaintia ja lukumäärää.

Maastoinventoinnissa työohjeiden mukaan riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita löydet-
tiin jokaisen tutkimusruudun alueelta ja päällekkäisanalyysin tulosten perusteella riista-
tiheiköiksi soveltuvia kohteita löytyi yhdeksältä tutkimusruudulta. Maastoinventoinnilla
kartoitettiin yhteensä 45 riistatiheiköksi soveltuvaa kohdetta ja mallintamisen perusteel-
la löydettiin 17 riistatiheiköksi erinomaisesti soveltuvaa kohdetta. Maastotyöt suoritet-
tiin joulukuun 2018-tammikuun 2019 välisenä aikana. Kuvaustapana on teemakartalla
käytetty lähimmän naapurin menetelmää, jonka vuoksi tiheiköksi soveltuvat kohteet
kuvautuvat neliömäisinä. Teemakartalla on myös nähtävillä kullekin tutkimusruudulle
annettu numeerinen arvo välillä 1–12.



Kuva 7. Teemakartta riistatiheiköiksi soveltuvista kohteista inventoinnin ja mallinnuksen perusteella. Lähtöaineisto: Monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto. Luonnonvarakeskus. Peruskarttarasteri: Maanmittauslaitos. Kartan mittakaava on 1:3 500.

Tutkimusruudulta 1 (Taulukko 8) riistatiheiköksi soveltuvia kohteita inventoitiin yhteensä neljä kappaletta. Itäpuolelta tutkimusruutu rajautui Sampalammen lammikkoon ja länsipuolelta peltoon. Maastossa kartoitettujen riistatiheikköjen pinta-alojen minimiarvo oli $38,5 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo 192 m^2 . (Taulukko 9.) Tutkimusruudulla riistatiheikön keskimääräinen koko oli $85,1 \text{ m}^2$ ja etäisyys seuraavaan riistatiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 6,7 metriä. Yhteensä tiheiköt kattoivat 3,4 prosenttia koko tutkimusruudun pinta-alasta. Tiheikköjen kokonaispinta-ala ruudulla oli $340,5 \text{ m}^2$.

Tutkimusruudulla 1 tiheiköiksi erinomaisesti soveltuvia kohteita oli mallinnuksen mukaan neljä kappaletta. Etäisyys lähimpään seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 6,7 metriä ja tiheikköjen osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta oli 10,2 prosenttia. Tiheikköjen kokonaispinta-ala oli yhteensä 1024 m^2 .

Tutkimusruudulta 2 (Taulukko 8) riistatiheiköksi soveltuvia kohteita kartoitettiin yhteensä viisi kappaletta. Kartoitettujen riistatiheikköjen pinta-alojen minimiarvo oli $13,5 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo $151,2 \text{ m}^2$. (Taulukko 9.) Riistatiheikön keskimääräinen koko oli 54 m^2 ja etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli yhdeksän metriä. Yhteensä tiheiköt kattoivat 2,7 prosenttia koko tutkimusruudun pinta-alasta. Tiheikköjen kokonaispinta-ala ruudulla oli 270 m^2 .

Tutkimusruudulla 2 erinomaisesti tiheiköiksi soveltuvia kohteita löydettiin mallintamisella kaksi kappaletta. Lähin etäisyys seuraavaan tiheikköön oli 33 metriä ja tiheikköjen osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta kattoi 5,1 prosenttia tiheikköjen kokonaispinta-alan ollen 512 m^2 .

Tutkimusruudulta 3 (Taulukko 8) tiheikköjä kartoitettiin yhteensä neljä kappaletta. Ruudulla tiheikön pinta-alan minimiarvo oli $7,3 \text{ m}^2$, jolloin kyseinen tiheikkö koostui muutaman puun ryhmästä. Tiheikön pinta-alan maksimiarvo oli $84,7 \text{ m}^2$. (Taulukko 9.) Tiheikkö oli keskimäärin kooltaan $34,9 \text{ m}^2$. Etäisyys seuraavaan lähimpään tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 13,3 metriä. Yhteensä tiheiköt kattoivat 1,4 prosenttia koko tutkimusruudun pinta-alasta. Tiheikköjen kokonaispinta-ala ruudulla oli $139,8 \text{ m}^2$. Tutkimusruudulta 3 ei mallintamisen reunaehtojen perusteella löydetty riistatiheiköiksi erinomaisesti eli soveltuvuusarvolla kuusi olevia kohteita.

Tutkimusruutu 4 rajoittui pohjoispuolelta lammikkoon ja eteläpuolelta peltoon. Tiheiköksi soveltuvia kohteita löydettiin kaksi kappaletta, kattaen kuitenkin pinta-alaltaan suuremman alueen (Taulukko 8). Pienimmän tiheikön pinta-alan minimiarvo oli 306 m^2 ja suurimman tiheikön pinta-alan maksimiarvo 324 m^2 (Taulukko 9). Tiheikön keskimääräinen koko oli 315 m^2 ja etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 33,1 metriä. Tiheikköjen osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta oli 6,3 prosenttia ja yhteensä tiheiköt kattoivat pinta-alaltaan 630 m^2 kokoisen alueen. Tutkimusruudulta 4 ei mallintamisen reunaehto- jien mukaan löytynyt riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita.

Tutkimusruutu 5 (Taulukko 8) rajoittui eteläpuoleltaan peltoon ja tiheiköiksi soveltuvia kohteita löydettiin maastoinventoinnilla kuusi kappaletta. Pienimmän tiheikön pinta-alan minimiarvo oli $33,5 \text{ m}^2$ ja suurimman maksimiarvo $125,1 \text{ m}^2$ (Taulukko 9). Ruudulla tiheikön pinta-alan keskiarvo oli $54,1 \text{ m}^2$. Lähin etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 5,8 metriä ja yhteensä tiheiköt kattoivat tutkimusruudun pinta-alasta 3,2 prosenttia. Yhteensä tiheiköt kattoivat pinta-alaltaan $324,5 \text{ m}^2$ suuruisen alueen.

Tutkimusruudulta 5 löydettiin mallintamisella yksi erinomaisesti tiheiköksi soveltuva kohde, jonka osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta oli 2,56 prosenttia ja tiheikköjen kokonaispinta-ala 256 m^2 .

Tutkimusruutu 6 rajautui pohjoispuoleltaan peltoon ja tiheiköksi soveltuvia kohteita löydettiin yhteensä kolme kappaletta (Taulukko 8). Pienin tiheikkö oli kooltaan $180,8 \text{ m}^2$ ja suurin $205,5 \text{ m}^2$ (Taulukko 9). Tiheikköjen pinta-alojen keskiarvo oli $149,7 \text{ m}^2$ ja etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 17,9 metriä. Koko tutkimusruudun pinta-alasta tiheikköjen osuus oli 4,5 prosenttia. Yhteensä tiheiköt kattoivat pinta-alaltaan $449,1 \text{ m}^2$ suuruisen alueen. Tutkimusruudulta 6 ei mallintamisen reunaehto- jien mukaan löytynyt riistatiheiköiksi erinomaisesti soveltuvia kohteita.

Ruudulta 7 (Taulukko 8) tiheikköjä löydettiin kaksi kappaletta. Tiheikköjen pinta-alojen minimiarvo oli $9,3 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo 64 m^2 (Taulukko 9). Tiheikköjen pinta-alojen keskiarvo oli $36,6 \text{ m}^3$. Etäisyyttä tiheiköiden välillä oli 26,2 metriä ja tiheiköiden prosentuaalinen osuus ruudun pinta-alasta 0,7 prosenttia. Yhteensä tiheiköt kattoivat pinta-alaltaan $73,3 \text{ m}^2$ kokoisen alueen. Tutkimusruudulla 7 oli mallintamisessa käytettyjen reunaehtoien mukaan yksi tiheiköksi soveltuva kohde, jonka osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta oli 2,56 prosenttia ja tiheikköjen kokonaispinta-ala 256 m^2 .

Tutkimusruudulta 8 (Taulukko 8) tiheiköksi soveltuvia kohteita löydettiin kaksi kappaletta. Pienimmän tiheikön pinta-alan minimiarvo oli $9,9 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo 69 m^2 (Taulukko 9). Tiheikköjen pinta-alojen keskiarvo oli $39,5 \text{ m}^2$ ja etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen 14,1 metriä. Koko tutkimusruudun pinta-alasta tiheikköjen osuus oli 0,8 prosenttia ja tiheikköjen kokonaispinta-ala $78,9 \text{ m}^2$. Tutkimusruudulta 8 löydettiin mallintamisella yksi tiheiköksi soveltuva kohde, jonka osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta oli 2,56 prosenttia ja tiheikköjen kokonaispinta-ala 256 m^2 .

Tutkimusruudulta 9 (Taulukko 8) tiheikköjä kartoitettiin viisi kappaletta. Tiheikköjen pinta-alojen minimiarvo oli $21,1 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo $171,1 \text{ m}^2$ (Taulukko 9). Tiheikön pinta-alan keskiarvo oli $75,5 \text{ m}^2$. Ruudun pinta-alasta tiheiköt kattoivat 3,8 prosenttia ja tiheikköjen kokonaispinta-ala oli yhteensä $377,5 \text{ m}^2$. Tutkimusruudulla 9 erinomaisesti tiheiköiksi soveltuvia kohteita löydettiin mallinnuksella kaksi kappaletta. Etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 37 metriä. Tiheikköjen osuus koko ruudun pinta-alasta oli 5,1 prosenttia ja kokonaispinta-ala 512 m^2 .

Tutkimusruudulta 10 (Taulukko 8) tiheiköksi soveltuvia kohteita inventoitiin 3 kappaletta. Tiheikköjen pinta-alojen minimiarvo oli $22,8 \text{ m}^2$ ja maksimiarvo $138,2 \text{ m}^2$. (Taulukko 9). Tiheikköjen pinta-alojen keskiarvo oli $77,8 \text{ m}^2$. Etäisyys seuraavaan lähimpään tiheikköön oli 13 metriä ja tiheikköjen osuus ruudun pinta-alasta oli 2,3 prosenttia. Tiheikköjen kokonaispinta-ala oli yhteensä $233,5 \text{ m}^2$.

Mallintamisen perusteella erinomaisesti tiheiköiksi soveltuvia kohteita oli ruudulla kaksi kappaletta ja etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 16 metriä. Tiheikköjen osuus ruudun pinta-alasta oli 5,1 prosenttia ja kokonaispinta-ala 512 m^2 .

Ruudulta 11 (Taulukko 8) tiheikköjä löydettiin maastoinventoinnilla viisi kappaletta. Pienin tiheikkö (minimiarvo) oli pinta-alaltaan $26,4 \text{ m}^2$ ja suurin (maksimiarvo) $127,4 \text{ m}^2$. (Taulukko 9). Keskimäärin tiheikkö oli kooltaan $87,1 \text{ m}^2$. Etäisyys seuraavaan tiheikköön oli 3,2 metriä ja tiheikköjen osuus koko ruudun pinta-alasta 4,4 prosenttia. Tiheikköjen kokonaispinta-ala oli yhteensä $435,3 \text{ m}^2$.

Ruudulta 11 riistatiheiköksi soveltuvia alueita löytyi mallinnuksella kaksi kappaletta. Tiheikköjen pinta-alat olivat $187,2 \text{ m}^2$ ja 512 m^2 . Tiheiköistä pienin ei mahtunut kokonaan tutkimusruudun alueelle. Tiheikköjen osuus koko tutkimusruudun pinta-alasta kattoi 4,4 prosenttia ja etäisyys seuraavaan lähimpään tiheikköön oli 32 metriä. Tiheikköjen pinta-ala tutkimusruudulla oli yhteensä $443,2 \text{ m}^2$.

Tutkimusruudulta 12 (Taulukko 8) tiheiköksi soveltuvia kohteita inventointiin neljä kappaletta. Tiheikköjen pinta-alan minimiarvo oli 12 m^2 ja maksimiarvo $54,9 \text{ m}^2$. (Taulukko 9). Keskimääräisen tiheiköksi soveltuvan kohteen koko oli $26,9 \text{ m}^2$. Etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 6,4 metriä ja tiheikköjen osuus koko ruudun pinta-alasta 1,1 prosenttia.

Tutkimusruudulla 12 tiheiköksi erinomaisesti soveltuvia kohteita oli mallinnuksen mukaan kaksi kappaletta, joiden osuus koko ruudun pinta-alasta oli 5,2 prosenttia. Etäisyys seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli 16 metriä ja tiheikköjen pinta-ala ruudulla oli yhteensä 512 m^2 .

Taulukko 8. Tuloksia riistatiheiköistä tutkimusruuduilta 1–12.

	Ruudun numero	Tiheikköjä ruudulla (kpl)	Tiheikön keskikoko (m ²)	Tiheikköjen pinta-ala yhteensä (m ²)	Etäisyys lähimpään tiheikköön (m)
M1*	1	4	85,1	340,5	6,7
M2**		4	256	1024	6,7
M1	2	5	54	270	9
M2		2	256	512	33
M1	3	4	34,9	139,8	13,3
M2		0	0	0	0
M1	4	2	315	630	33,1
M2		0	0	0	0
M1	5	6	54,1	324,5	5,8
M2		1	256	256	0
M1	6	3	149,7	449,1	17,9
M2		0	0	0	0
M1	7	2	36,6	73,3	26,2
M2		1	256	256	0
M1	8	2	39,5	78,9	14,1
M2		1	256	256	0
M1	9	5	75,5	377,5	2,8
M2		2	256	512	37
M1	10	3	77,8	233,5	13
M2		2	256	512	16
M1	11	5	87,1	435,3	3,2
M2		2	221,6	512	32
M1	12	4	26,9	107,7	6,4
M2		2	256	512	16

*M1=Inventointi **M2=Mallinnus

Taulukko 9. Inventoitujen tiheikköjen pinta-alojen minimi- ja maksimiarvot.

Ruudun numero	Minimiarvo (m2)	Maksimiarvo (m2)
1	38,5	192
2	13,5	151,2
3	7,3	84,7
4	306	324
5	33,5	125,1
6	180,8	205,5
7	9,3	64
8	9,9	69
9	21,1	171,1
10	22,8	138,2
11	26,4	127,4
12	12	54,9

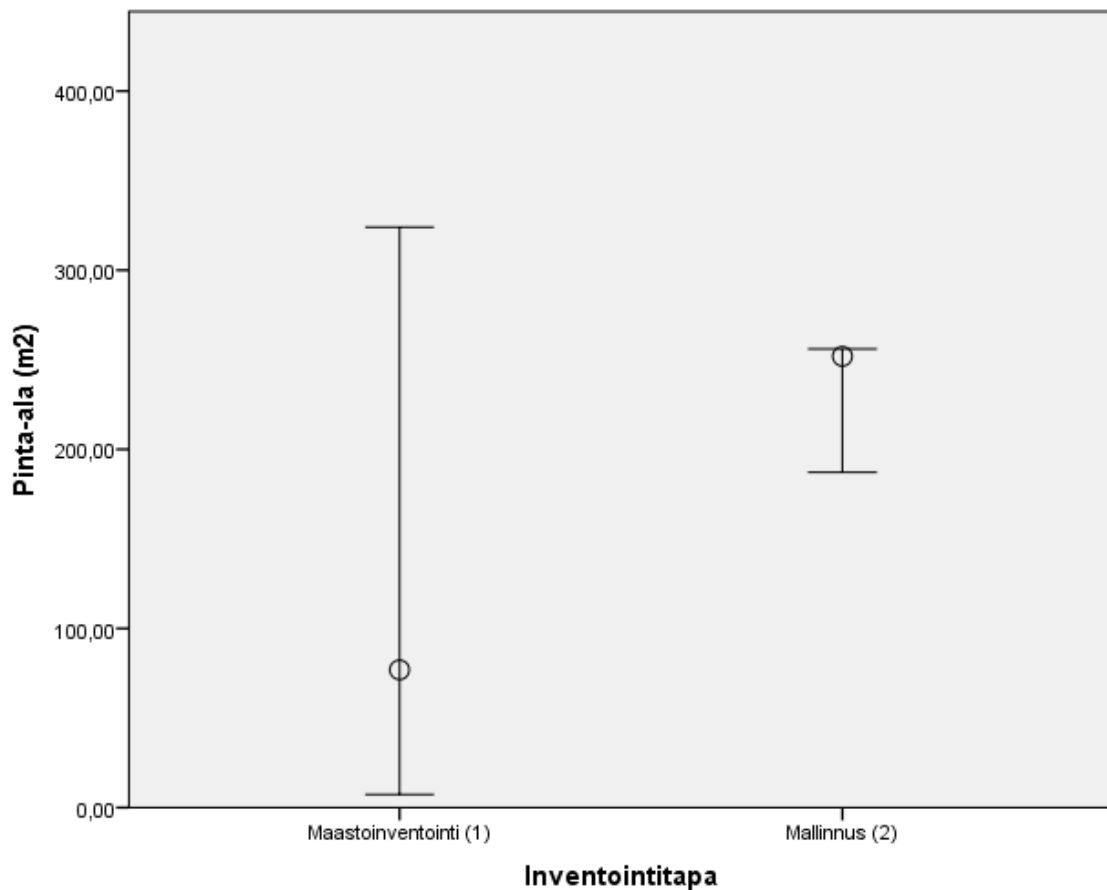
4.2 Tilastollisen testauksen tulokset

Tilastollisella testauksella selvitettiin maastossa inventoitujen ja mallinnuksella löydettyjen tiheikköjen välisillä pinta-aloilla olevaa, mahdollisesti tilastollisesti merkitsevää eroa. Testauksessa käytettiin varianssianalyysiä. Testihypoteesit olivat:

H_0 = Inventointitavalla ei ole vaikutusta tiheikköjen pinta-aloihin.

H_1 = Mallinnuksella tuotetut tiheiköt ovat pinta-alaltaan suurempia.

Varianssianalyysin perusteella F-testisuureen arvoksi saatiin 89,7 ja p arvoksi $< 0,05$. Koska p-arvo on pienempi kuin 0,05, niin H_0 hypoteesi hylätään. P-arvon perusteella tiheikköjen pinta-aloilla on tilastollisesti merkitsevä ero maastokartoitettujen ja mallinnuksella tuotettujen tiheikköjen välillä. Kuvan 8 perusteella mallinnuksella löydetty tiheiköt olivat keskimäärin pinta-alaltaan suurempia.



Kuva 8. Inventointitavan vaikutus tiheikön keskimääräiseen pinta-alaan (m²). Inventointitavalla 1 tiheikön pinta-alojen keskiarvo oli 76,9 m² ja inventointitavalla 2 keskiarvo oli 252 m². Inventointitavalla 1 tiheiköiden pinta-alojen minimiarvo oli 7,3 m² ja maksimiarvo 324 m². Inventointitavalla 2 vastaava minimiarvo oli 187,2 m² ja maksimiarvo 256 m². Varianssianalyysin perusteella inventointitapojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero tiheiköiden pinta-aloihin.

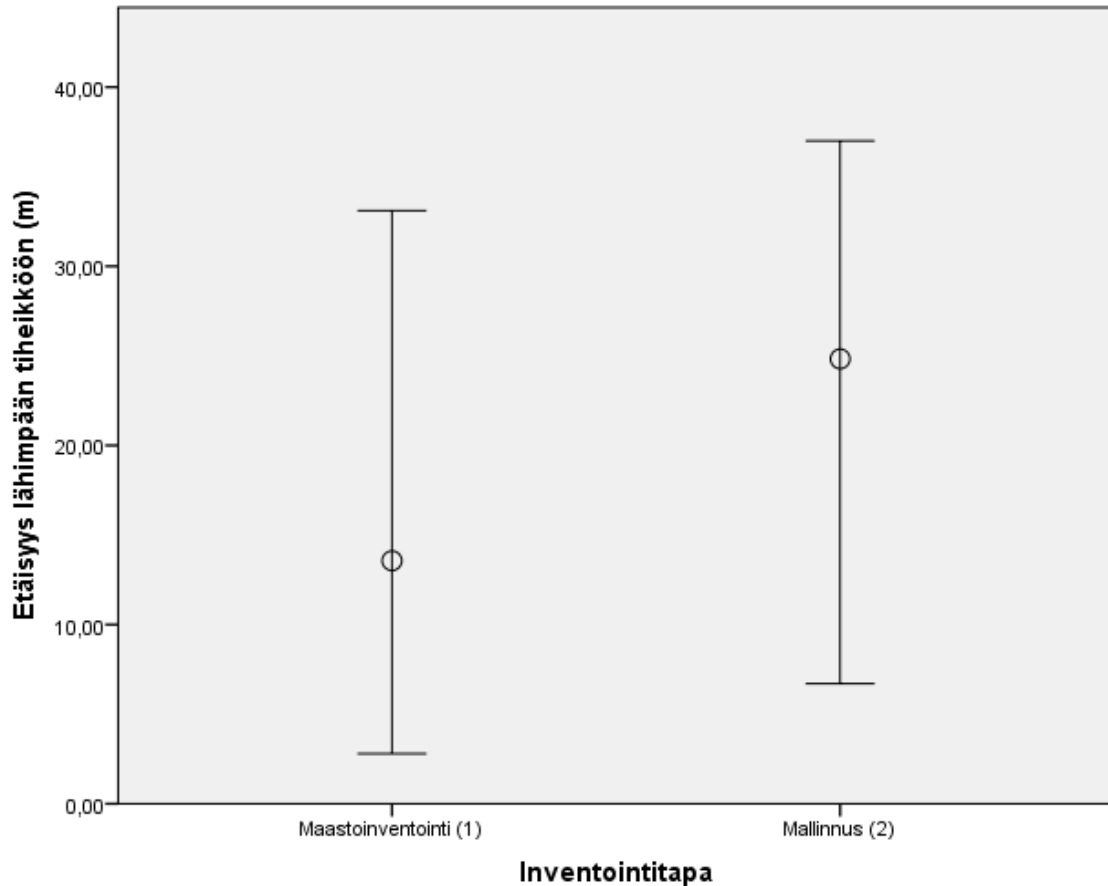
Tilastollisella testauksella myös selvitettiin, onko etäisyydellä lähimpään seuraavaan tiheiköksi soveltuvaan kohteeseen tilastollisesti merkitsevää eroa inventoinnin ja mallinnuksen välillä. Tilastollisessa testauksessa käytettiin viiden prosentin merkitsevyystasoa. Testauksessa käytettiin Kruskal-Wallis testiä. Testihypoteesit olivat:

H_0 = Inventointitavalla ei ole vaikutusta tiheikköjen väliseen lyhimpään etäisyyteen.

H_1 = Mallinnuksella tuotetuissa tiheiköissä lyhin etäisyys seuraavaan tiheikköön on suurempi.

Kruskal-Wallis testillä Khii-toiseen (Chi-Square) testiarvoksi saatiin 4,41, vapausasteeksi (df) 1 ja p-arvoksi 0,036. Koska p-arvo on pienempi kuin 0,05, niin H_0 hypoteesi hylätään. P-arvon perusteella etäisyydellä lähimpään tiheikköön on myös tilastollisesti merkitsevä ero maastokartoitettujen ja mallinnuksella löydettyjen tiheikköjen välillä.

Kuvan 9 perusteella tiheikköjen välinen lyhin etäisyys oli mallinnuksella löydettyillä tiheiköillä (inventointitapa 2) suurempi kuin maastoinventoinnissa (inventointitapa 1) löydettyillä tiheiköillä.



Kuva 9. Inventointitavan vaikutus seuraavan lähimmän tiheikön etäisyyteen. Inventointitavalla 1 etäisyys seuraavaan tiheikköön oli keskimäärin 12,6 metriä ja inventointitavalla 2 etäisyys oli keskimäärin 24,8 metriä. Inventointitavalla 1 lyhin etäisyys seuraavaan tiheikköön oli 2,8 metriä ja pisin 33,1 metriä. Inventointitavalla 2 lyhin etäisyys oli 6,7 metriä ja pisin etäisyys 37 metriä. Kruskall-Wallis testin perusteella inventointitapojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero tiheiköiden väliseen lähimpään etäisyyteen.

Taulukon 10 mukaan tiheiköiksi soveltuvia kohteita oli maastoinventoinnissa tutkimusruudulla keskimäärin 3,8 kappaletta ja mallinnuksessa 1,4 kappaletta. Päällekkäisanalyysin perusteella tiheiköiksi soveltuvien kohteiden pinta-ala oli keskimäärin 175,1 m² suurempi kuin maastossa kartoitettujen tiheikköjen. Mallinnuksella tuotetut riistatiheiköt kattoivat tutkimusruudun pinta-alasta myös keskimäärin 24 prosenttia suuremman alueen. Maastoinventoinnissa riistatiheikön etäisyys seuraavaan lähimpään tiheikköön oli kuitenkin 12,2 metriä lyhyempi verrattuna mallinnuksella tuotettuun tiheikkötietoon.

Taulukon 10 perusteella inventoinnilla löydetty, riistatiheiköksi soveltuva kohde oli pinta-alaltaan keskimäärin 76,9 m². Mallinnuksen perusteella riistatiheiköksi soveltuva kohde oli pinta-alaltaan keskimäärin 252 m². Etäisyys lähimpään seuraavaan riistatiheiköksi soveltuvaan kohteeseen oli maastokartoituksen perusteella keskimäärin 12,6 metriä ja mallintamisen perusteella keskimäärin 24,8 metriä. Inventoinnissa lyhimmän tiheikköjen välisen etäisyyden minimiarvo oli 2,8 metriä ja maksimiarvo 33,1 metriä. Mallinnuksessa lyhimmän tiheikköjen välisen etäisyyden minimiarvo oli 6,7 metriä ja maksimiarvo 37 metriä. Etäisyyksien keskihajonta oli maastoinventoinnissa löydettyillä tiheiköillä 8,9 ja mallinnuksella löydettyillä 10,8.

Taulukon 10 mukaan prosentuaalisesti maastokartoituksella löydettyjen riistatiheikköjen osuus tutkimusruudun pinta-alasta oli keskimäärin 2,9 prosenttia ja mallinnettujen riistatiheikköjen osuus oli keskimäärin 3,6 prosenttia. Taulukon 10 perusteella tiheikköjen lukumäärän (kpl) keskihajonta oli inventoinnilla löydettyillä kohteilla 1,3 ja mallinnuksella löydettyillä kohteilla 1,1. Inventoinnilla kartoitettujen tiheikköjen pinta-alojen keskihajonta oli 74,3 ja mallinnuksella soveltuviksi arvioitujen tiheikköjen pinta-alojen keskihajonta 16,2. Keskihajonta tiheikön ruudun prosentuaalisesta pinta-alasta oli inventoinnissa 1,6 ja mallinnuksessa 2,8. Tiheikköjen koordinaattipisteet ovat nähtävillä liitteessä 2.

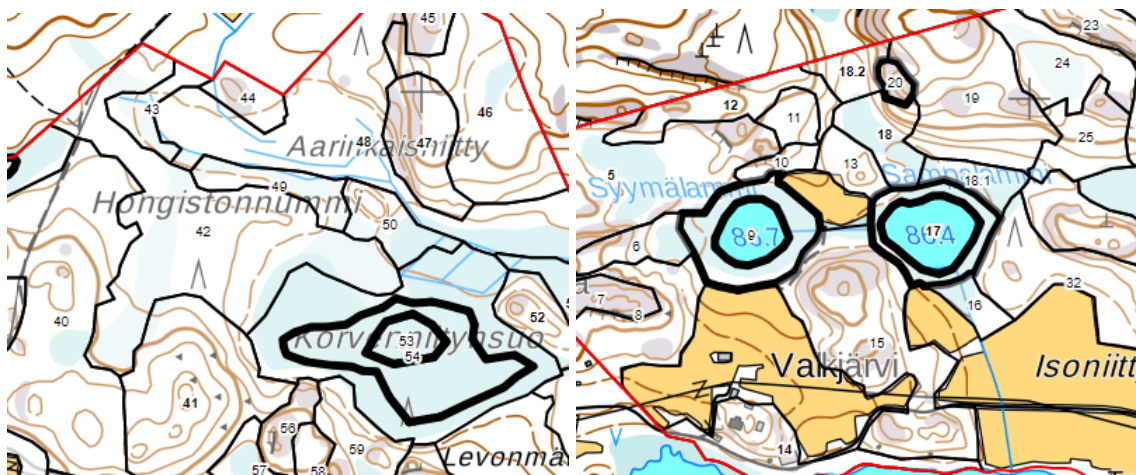
Taulukko 10. Keskiarvoja ja keskihajonnat tutkimusalueen riistatiheiköistä.

Keskiarvot	Inventointi	Mallinnus
Tiheikköjä ruudulla (kpl)	3,8	1,4
Pinta-ala (m ²)	76,9	252
Etäisyys lähimpään tiheikköön (m)	12,6	24,8
Tiheikön osuus ruudun pinta-alasta (%)	2,9	3,6
Keskihajonnat	Inventointi	Mallinnus
Tiheikköjä ruudulla (kpl)	1,3	1,1
Pinta-ala (m ²)	74,3	16,2
Etäisyys lähimpään tiheikköön (m)	8,9	10,8
Tiheikön osuus ruudun pinta-alasta (%)	1,6	2,8

4.3 Metsäkanalinnuille soveltuvat elinympäristöt paikkatietoanalyysin perusteella

Painotetun päällekkäisanalyysin tulosten mukaisesti metsolle, teerelle ja pyylle tehtiin teemakartat, joista ilmenee tutkimusalueen soveltuvuus kyseisille lajeille mallinnuksessa käytettyjen reunaehtojen mukaisesti. Lähtöaineistona käytettyjen Luonnonvarakeskuksen avointen metsävaratietojen ja metsäsuunnitelman avulla selvitettiin riistalle soveltuvia elinympäristöjä tutkimusalueella. Tarkoituksena oli myös mallintamisella tuotetun tiedon yhdistäminen osaksi riistapainotteista metsäsuunnittelua. Samalla selvitettiin, miltä metsäsuunnitelman mukaisilta kuvioilta löytyi kullekin riistalajille suotuisia elinympäristöjä ja mitkä olivat puustotiedot kyseisillä kuvioilla. Elinympäristöjen lähemmässä tarkastelussa keskityttiin tutkimusalueen pohjoisosiin, joihin kuului kangas- metsiä, suoalueita sekä peltoihin ja lampiin rajoittuvia metsäalueita. Metsäsuunnitelman mukainen kuviorajaus on nähtävillä kuvassa 10. Tutkimusalueen pohjoisosissa on kangas-, pelto ja turvemaiden välisten vaihtumisvyöhykkeiden lisäksi myös maaston korkeusvaihtelua. Painotetussa päällekkäisanalyysissä maaston korkeusvaihtelua ei kuitenkaan huomioitu.

Elinympäristöjen ja riistatiheikköjen mallintamisessa pyrittiin päällekkäisanalyysillä saamaan esille etenkin vaihtumisvyöhykkeet peltojen ja kangas- ja turvemaiden raja-alueilla. Tutkimusalueen pohjoisosissa myös puulajisuhteissa ja puuston iässä on vaihtelua, jonka odotettiin teemakartoilla ilmenevän kunkin metsäkanalinnun elinympäristövaatimusten mukaisesti.



Kuva 10. Kuviorajaus metsäsuunnitelmalla. (Stora Enso, eMetsä).

Mallintamisessa käytettyjen reunaehto- jen mukaisesti puuston tulisi metsolla olla vähintään 30–40 vuotiasta, mutta käytännössä päällekkäisanalyysissä painotettiin tätä vanhempaa puustoa. Männyn tilavuutta painotettiin talviravinnon tarjoajana hakomispuina ja kuusen tilavuutta suojan tarjoajana. Mallinnuksessa männyn ja kuusen tilavuutta painotettiin 51 m³ hehtaarikohtaisesta tilavuudesta alkaen. Painotetun päällekkäisanalyysin perusteella tarkasteltiin metsolle soveltuvia elinympäristöjä kuvioiden 9, 17, 18, 40, 41, 55, 56, 58 ja 60 alueilla.

Kuvio 9 (kuva 10, taulukko 11) rajautuu Syymälampeen. Pinta-alaltaan kuvio on 1,51hehtaaria ja kehitysluokaltaan varttunutta kasvatusmetsikköä. Sampalammiin rajautuva kuvio 17 on pienialaisempi ja alle hehtaarin suuruinen. Kehitysluokaltaan kuviolla on uudistuskypsää metsikköä. Molemmat kuviot 9 ja 17 reunustavat lampialueita kapeina nauhoina ja sijaitsevat turvemaalla. Kuvio 18 sijaitsee osittain kangas- ja turvemaalla Sampalammin pohjoispuolella. Kuvio on pinta-alaltaan noin hehtaarin suuruinen. Kehitysluokaltaan puusto on varttunutta kasvatusmetsikköä. Kuvio 40 oli tarkastelluista alueista pinta-alaltaan suurimpia ja se sijaitsee kokonaan kangasmaalla. Puusto on kehitysluokaltaan varttunutta kasvatusmetsikköä.

Kuvio 41 sijaitsee kuvion 40 itäpuolella. Maastonmuodoiltaan kuvio on jyrkkärinteinen ja louhikkoinen. Kuvio on lähes viiden hehtaarin suuruinen ja puusto on varttunutta kasvatusmetsikköä. Kuvio 55 on pienempi, noin neljän hehtaarin suuruinen. Kuvio sijaitsee Korvenniitynsuon reuna-alueella. Kuvio on kuitenkin turvemaalla ja on kehitysluokaltaan varttunutta kasvatusmetsikköä. Kuvio 56 on pinta-alaltaan pienialainen, alle hehtaarin suuruinen. Kuvio rajautuu länsireunaltaan jyrkänteeseen ja on kehitysluokaltaan nuorta kasvatusmetsikköä, sisältäen muutamia ylispuumäntyjä. Kuvio 58 on myös pienialainen, alle hehtaarin suuruinen ja muodoltaan kapea. Kehitysluokaltaan puusto on varttunutta kasvatusmetsikköä. Kuvio 60 sijaitsee Korvenniitynsuon eteläpuolella ja on muodoltaan soikea. Kuvion pinta-ala on lähes kaksi hehtaaria ja kuvion pohjoispuolella on kapea jyrkänne. Kehitysluokaltaan puusto on varttunutta kasvatusmetsikköä. Mallinnuksen perusteella metsolle soveltuvien elinympäristöjen kuviotietoja on koottu taulukkoon 11. Teemakartta mallinnuksen mukaan metsolle soveltuvista elinympäristöistä on esitetty kuvassa 11.

Taulukko 11. Kuviotietoja metson elinympäristöksi soveltuvilta alueilta kuvasta 12. (eMetsä mukaillen).

Kuvio	Puuston ikä	Mänty, m ³ /ha	Kuusi, m ³ /ha	Pinta-ala (ha)
9	52	19	38	1,51
17	68	68	89	0,95
18	59	96	47	1,07
40	60	75	56	7,76
41	57	59	88	4,71
55	77	98	27	4,26
56	33	85	0	0,64
58	62	85	29	0,62
60	38	91	16	1,92

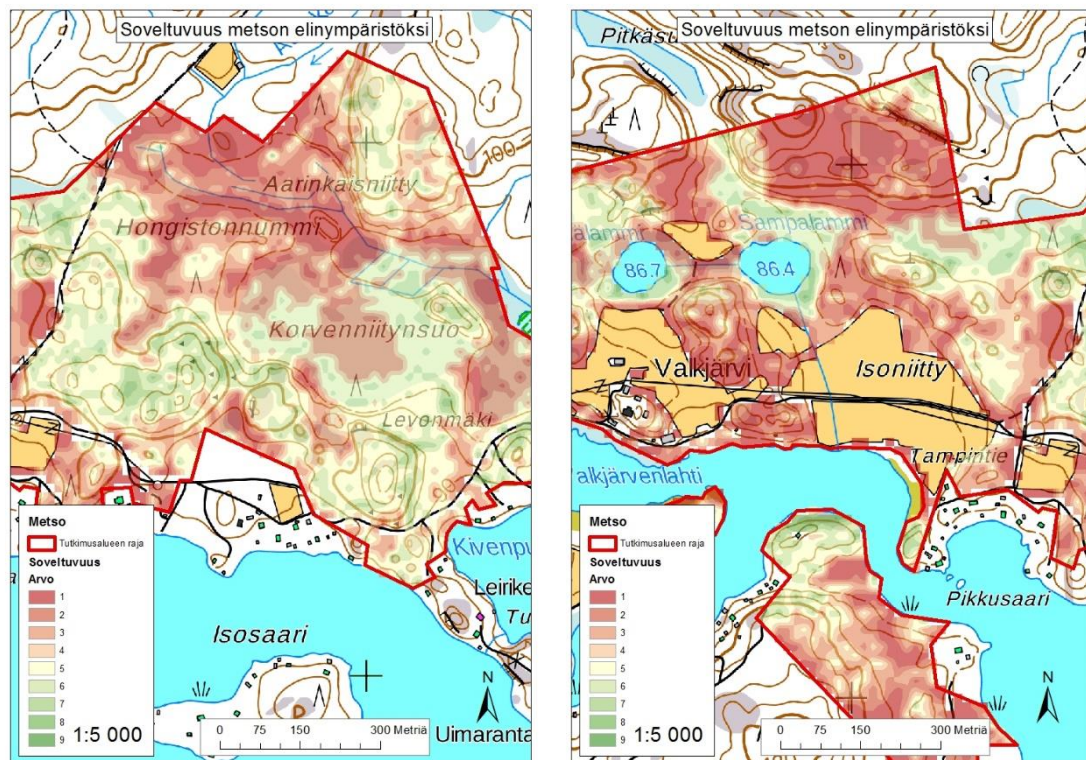
Metsolla painotetussa päällekkäisanalyysissä suuri painoarvo annettiin iältään varttuneille metsiköille, jotka kuvan 8 teemakartalla näkyvät vihreinä alueina. Punainen väri kuvasi nuoria metsiä tai alueita joissa kuusen osuus suojapuuna tai männyn osuus talviravinnon tarjoajana on todennäköisesti vähäinen. Tällaisia alueita olivat esimerkiksi pellon reunaan rajautuvat metsiköt.

Kuvan 11 teemakartan perusteella männikköä sisältävä Korvenniitynsuota reunustava kuvio 55 oli yksi metsolle soveltuva elinympäristö. Luonnonvarakeskuksen puuston ikää kuvaavasta aineistosta valtaosa 16 m x 16 m kokoisten solujen arvoista kuului kuvion 55 alueella luokkaan 64–87 vuotta. Kuvion 55 alueella männyn tilavuuden arvoista valtaosa jakautui luokkiin 20–51 m³/ha ja 51–84 m³/ha. Kuviolla 55 enemmistö kuusen tilavuutta kuvaavista solujen arvoista kuuluivat luokkaan 0–20 m³/ha.

Syymälammin ja Sampalammin reunametsät olivat mallintamisessa käytettyjen reunaehtoien mukaisesti myös metsolle soveltuvia, etenkin Sampalammin reunustava 83-vuotias männikkö, johon metsäsuunnitelmalla sisältyi myös 23-vuotias ja 4,7 metristä kuusta suojapuuksi. Metsäsuunnitelmalla Sampalammin reunustava alue käsitti kuvion 17. Luonnonvarakeskuksen avoimessa aineistossa enemmistö kuviolle 17 osuvista, puuston ikää kuvaavista solujen arvoista kuului välille 44–64 vuotta.

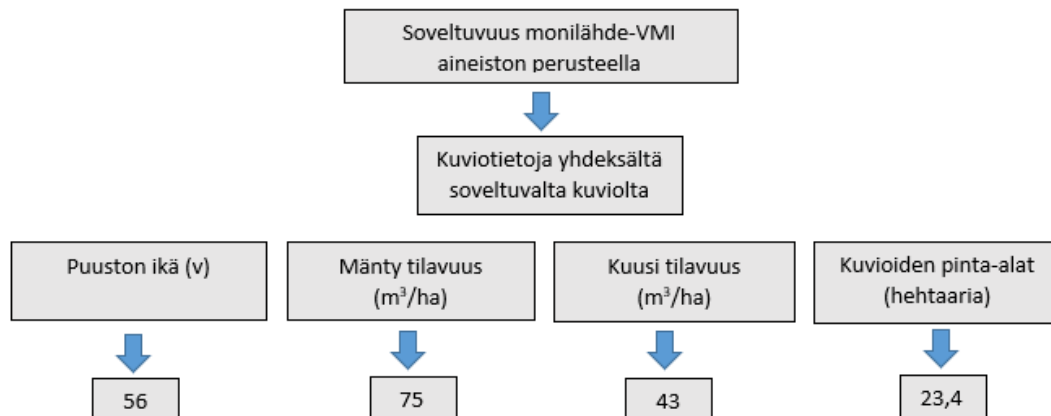
Korvenniitynsuon keskellä olevat kuviot 53 ja 54 olivat käytettyjen elinympäristöehtoien mukaan metsolle heikosti soveltuvia. Metsäsuunnitelman kuviotietojen perusteella alueilla kasvaa yksinomaan mäntyä, eikä kuusta ole kuvioilla suojapuuksi. Kuviolla 53 myös metsäsuunnitelman mukainen männyn tilavuus oli alhainen, 14 m³/ha. Kuviolla 54 männyn tilavuus oli vastaavasti 55 m³/ha.

Luonnonvarakeskuksen monilähde-VMI aineistossa kuusen tilavuus kuvioilla 53 ja 54 kuului keskimäärin luokkaan 0–20 m³/ha. Luonnonvarakeskuksen lähtöaineistoissa myös männyn tilavuuden osuus kuvioilla 53 ja 54 oli alhaisempi verrattuna kuvion 55 käsittävään alueeseen. Kuviolla 53 männyn tilavuutta kuvaavat solujen arvot olivat keskimäärin luokassa 0–31 m³/ha ja kuviolla 54 luokassa 20–51 m³/ha. Painotetussa päällekkäisanalyysissä asetettujen reunaehtojen mukaisesti metsolle heikosti soveltuva elinympäristö löytyi kuvion 24 alueelta, jossa metsäsuunnitelman mukaisesti oli 13-vuotiasta varttunutta kuusentaimikkoa. Luonnonvarakeskuksen aineistoon verrattuna valtaosa puuston ikää kuvaavista solujen arvoista kuului kuvion 24 alueella myös luokkaan 0–23 vuotta.



Kuva 11. Metsolle soveltuvat elinympäristöt taulukossa 2 esitettyjen painotusten mukaisesti. Lähtöaineisto: Monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto. Luonnonvarakeskus. Peruskarttarasteri: Maanmittauslaitos. Kartat ovat mittakaavassa 1:5 000.

Metsäsuunnitelman mukaan puuston ikä metson elinympäristöiksi soveltuvilla kuvioilla oli keskimäärin 56 vuotta. Männyn tilavuus kuvioilla oli keskimäärin 75 m³/ha ja kuusen 43 m³/ha. Yhteensä kuviot käsittivät pinta-alaltaan 23,4 hehtaarin suuruisen alueen. (Kuva 12.)



Kuva 12. Metsäsuunnitelman kuviotietojen keskiarvoja mallinnuksen perusteella metson elinympäristöiksi soveltuneilta alueilta.

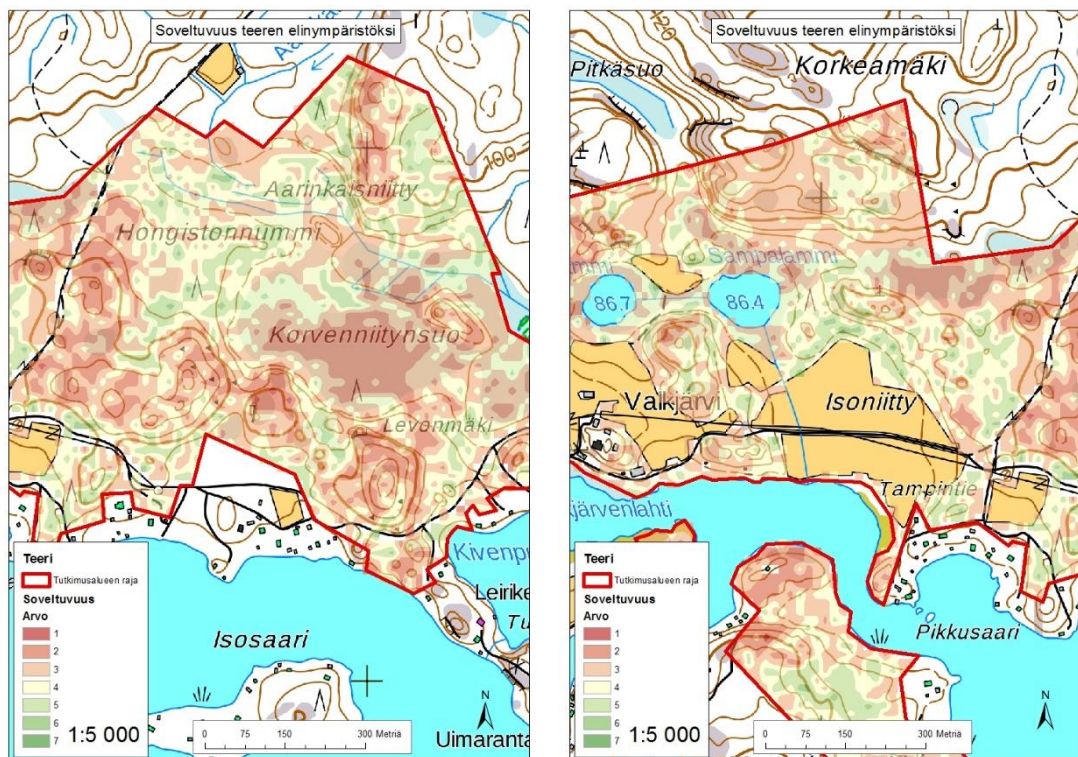
Teeren elinympäristöjen mallintamisessa painotettiin taimikoita ja nuoria sekametsiä, joista löytyi koivua talviravinnoksi. Kuusen osuutta painotettiin suojan tarjoajana ja puuston pituutta painotettiin luokissa 116–149 dm ja 149–177 dm, jotka puuston pituutta kuvaavassa aineistossa sisältyivät luokkiin neljä ja viisi. Pällekkäisanalyysin ja käytettyjen painotusten perusteella teerelle soveltuvia elinympäristöjä tarkasteltiin metsäsuunnitelman kuvioilta 32, 38, 42 ja 46.

Kuvan 10 ja taulukon 12 mukaisesti kuvio 32 rajautuu pohjoispuolelta rinteeseen ja eteläpuolelta peltoon. Kuvion pinta-ala on lähes kolme hehtaaria ja kehitysluokaltaan puusto on nuorta kasvatusmetsikköä. Kuvio 38 on pinta-alaltaan alle hehtaarin kokoinen ja rajautuu pohjoispuolelta tiehen. Kehitysluokaltaan puusto on nuorta kasvatusmetsikköä. Kuvio 42 on pinta-alaltaan suuri, yli seitsemän hehtaaria. Kehitysluokaltaan puusto on nuorta kasvatusmetsikköä ja kuvio sijaitsee kokonaan kangasmaalla. Kuvion 46 pinta-ala on yli kolme hehtaaria. Kehitysluokaltaan puusto on varttunutta kasvatusmetsikköä ja on keskeltään soistunut. Metsäsuunnitelman kuviotietoja mallinnuksen mukaan teerelle soveltuvista elinympäristöistä on esitetty Taulukossa 12.

Taulukko 12. Kuviotietoja teeren elinympäristöksi soveltuvilta kuvioilta. (eMetsä mukaillen).

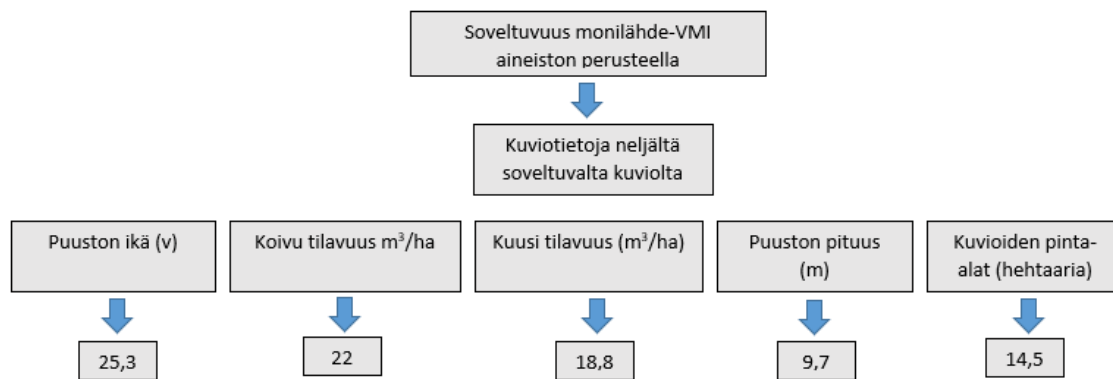
Kuvio	Puuston ikä	Koivu (m ³ /ha)	Kuusi, m ³ /ha	Puuston pituus	Pinta-ala (ha)
32	17	32	27	8,1	2,75
38	26	12	19	9,4	0,96
42	25	34	29	10	7,29
46	33	10	0	11,4	3,51

Kuvan 13 teemakartalla iäkästä männikköä sisältävä Korvenniitynsuo kuvautui nyt teerelle heikosti soveltuvaksi elinympäristöksi. Teemakartan perusteella teerelle kohtalaisesti soveltuva elinympäristö löytyi varttunutta kuusentaimikkoa sisältävän kuvion 24 alueelta.



Kuva 13. Teerelle soveltuvat elinympäristöt taulukossa 3 esitettyjen painotusten mukaisesti. Lähtöaineisto: Monilähteen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMi) kartta-aineisto. Luonnonvarakeskus. Peruskarttarasteri: Maanmittauslaitos. Kartat ovat mittakaavassa 1:5 000.

Kuviotietojen perusteella teerelle soveltuvilla alueilla puuston ikä oli keskimäärin 25,3 vuotta. Koivun tilavuus oli keskimäärin 22 m³/ha ja kuusen 18,8 m³/ha. Puuston pituus teeren elinympäristöiksi soveltuvilla kuvioilla oli keskimäärin 9,7 metriä ja tarkasteltujen kuvioiden kokonaispinta-ala 14,5 hehtaaria. (kuva 14.)



Kuva 14. Metsäsuunnitelman kuviotietojen keskiarvoja mallinnuksen perusteella teeren elinympäristöiksi soveltuneilta alueilta.

Pyyn elinympäristöjen osalta mallintamisessa painotettiin 20–50 vuoden puuston ikää, lepän osuutta talviravinnon tarjoajana sekä sekametsäisyyttä. Päällekkäisanalyysissä painotettiin korkeaa latvuspeittävyttä välillä 65–92 prosenttia, jotka sisältyivät Luonnonvarakeskuksen avoimessa latvuspeittävyysaineistossa luokkiin seitsemän ja kahdeksan. Suurta latvuspeittävyttä painottamalla tarkoituksena oli löytää pyylle soveltuvia, hoitamattomia metsäalueita. Painotetun päällekkäisanalyysin perusteella pyylle soveltuvat elinympäristöjä tarkasteltiin metsäsuunnitelman kuvioilta 13, 16, 32 ja 35.

Kuvan 10 ja taulukon 13 perusteella kuvio 13 on pinta-alaltaan pienialainen, alle hehtaarin suuruinen. Kehitysluokaltaan puusto on nuorta kasvatusmetsikköä. Kuvio 16 on myös pinta-alaltaan pienialainen, noin puolen hehtaarin suuruinen. Puuston kehitysluokka on varttunutta kasvatusmetsikköä.

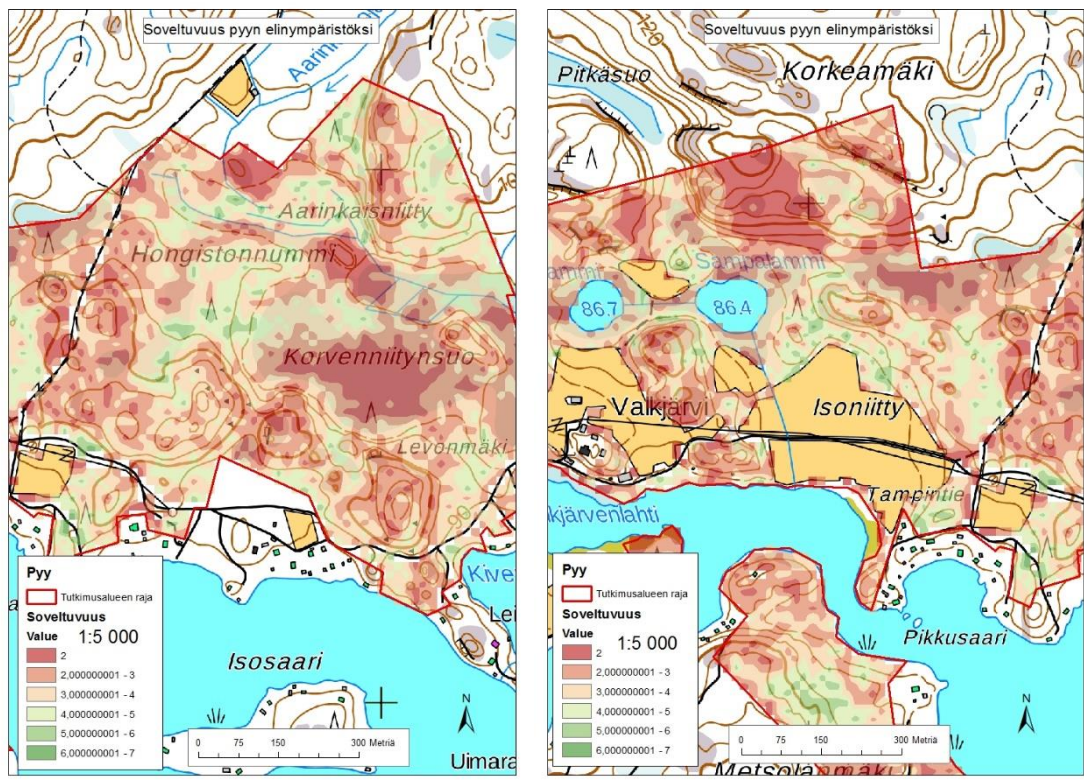
Kuvio 32 on pinta-alaltaan noin kolmen hehtaarin suuruinen. Kehitysluokaltaan puusto on nuorta kasvatusmetsikköä. Kuvio 35 on pinta-alaltaan lähes hehtaarin suuruinen ja se sijaitsee metsämaalla. Maastonmuodoiltaan kuvio on tasainen ja rajautuu pohjoispuolelta peltoon, eteläpuolelta tiehen. Puuston kehitysluokka on varttunutta kasvatusmetsikköä. Metsäsuunnitelman kuviotietoja mallinnuksen perusteelle pyylle soveltuvista alueista on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Kuviotietoja mallinnuksen mukaan pyylle soveltuvilta elinympäristöiltä.

Kuvio	Puuston ikä	Kuusi (m ³ /ha)	Lehtipuu (m ³ /ha)	Koivu (m ³ /ha)	Pituus (m)	Pinta-ala (ha)
13	24	24	0	95	12,9	0,63
16	49	21	5	98	16,1	0,46
32	17	27	3	32	8,1	2,75
35	35	85	3	59	15,6	0,86

Kuvassa 15 esitetyn teemakartan perusteella pyylle soveltuvia elinympäristöjä löytyi tutkimusalueelta Isoniityn peltoon rajoittuvan metsän reuna-alueilta, joissa Luonnonvarakeskuksen avointen aineistojen perusteella lehtipuun osuus oli korkea. Pellon reunaan rajautuva metsikkö Isoniityn alueella kuvautui teemakartalle vihreänä värisävynä, joka voi viitata korkeaan latvuspeittävyYTEEN tai suureen muun lehtipuun ja koivun osuuteen. Korkein lehtipuuosuuden arvo yksittäisessä 16 m x 16 m kokoisessa solussa oli kuvion 32 alueella, pellon ja metsän välisessä vaihettumisvyöhykkeessä 183 m³/ha. Vaihettumisvyöhykkeessä pellon pohjoispuolella suurin solun arvo aineiston muu lehtipuu (m³/ha) osalta oli myös kuviolla 32, keskimäärin 155 m³/ha ja alueen länsiosissa suurin arvo yksittäisellä 16 m x 16 m kokoisella solulla oli 154m³/ha.

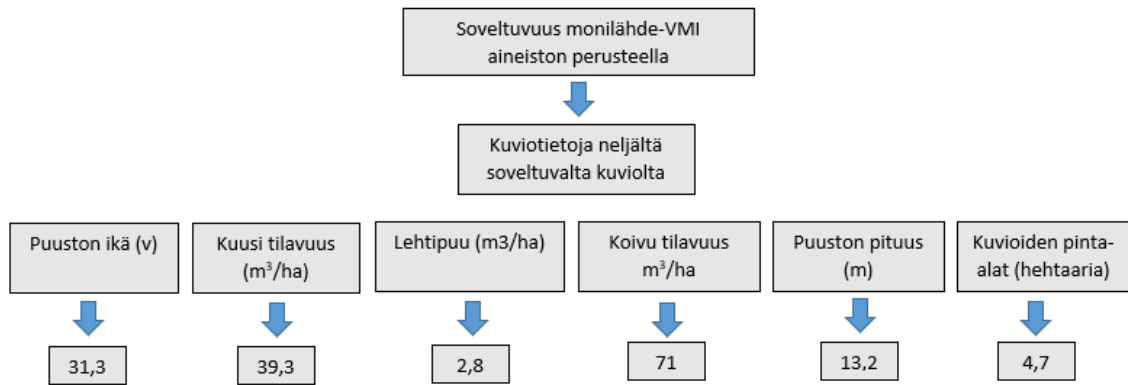
Mallinnuksen perusteella pyylle soveltuvia, nuorempia metsäalueita löytyi myös Aarin-kaisniityn ja Hongistonnummen alueilta. Soveltuvana alueena kuvautui myös Tampin-tiehen rajautuva metsäalue kuvan 15 teemakartalla. Iäkstä männikköä sisältävä Kor-venniitynsuo kuvautui teemakartalla annettujen painotusten mukaisesti pyylle heikosti soveltuvaksi elinympäristöksi.



Kuva 15. Pyyille soveltuvat elinympäristöt taulukossa 5 esitettyjen painotusten mukaisesti. Lähtöaineisto: Monilähteisen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) kartta-aineisto. Luonnonvarakeskus. Peruskarttarasteri: Maanmittauslaitos. Kartat ovat mittakaavassa 1:5 000.

Mallinnuksen perusteella pyyn elinympäristöt kohdistuivat nuoriin metsiin ja hoitamattomuuteen viittaaviin, korkean lehtipuuosuuden sisältäviin alueisiin. Luonnonvarakeskuksen lähtöaineistolla myös vaihtumisvyöhykkeet saatiin teemakartoilla huomioitua etenkin peltojen ja metsien rajoilla, joissa lehtipuuston osuus onkin todennäköisesti korkea. Pyy osalta painotettua, korkean muun lehtipuun osuuden sijaintia ei metsäsuunnitelma-aineiston perusteella pystytty selvittämään.

Metsäsuunnitelman perusteella pyyn elinympäristöiksi kuvautuneilla alueilla puusto oli keskimäärin 31,3 vuotiasta. Kuusen tilavuus kuvioilla oli keskimäärin 39,3 m³/ha ja muun lehtipuun 2,8 m³/ha. Koivun tilavuuden keskiarvo kuvioilla oli kuitenkin korkea, 71 m³/ha. Suuren koivun tilavuuden johdosta kuvioilta löytyy todennäköisesti pyyn vaatimaa lehtipuustoa talviravinnoksi. Puuston pituus kuvioilla oli keskimäärin 13,2 metriä ja tarkastelun kohteena olleiden kuvioiden pinta-ala oli yhteensä 4,7 hehtaaria. (Kuva 16.)



Kuva 16. Metsäsuunnitelman kuviotietojen keskiarvoja mallinnuksen perusteella pyynn elinympäristöiksi soveltuneilta alueilta.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Tulosten perusteella riistatiheikköjä pystyttiin tutkimusalueelta maastoinventoinnin lisäksi myös mallintamisella löytämään. Maastokartoituksen ja mallinnuksen välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero tiheikköjen pinta-aloissa ja etäisyydessä seuraavaan lähimpään tiheikköön. Myös metson, teeren ja pyynn elinympäristöehtojen mukaisia alueita saatiin mallinnuksella kartoitettua.

Riistatiheikköjen maastokartoituksella tiheiköiksi erinomaisesti soveltuvia kohteita löydettiin useampia kuin mallinnuksella. Mahdollisena selityksenä on lähtöaineiston 16 m x 16 m solukoko, joka rajaa pois pienialaisimmat ja vain muutaman puun ryhmistä koostuvat tiheiköt. Tästä johtuen mallinnuksen perusteella riistatiheiköiksi soveltuneet kohteet olivat myös pinta-alaltaan suurempia maastoinventointiin verrattuna. Maastoinventoinnissa haasteina olikin mahdollisimman suuren, noin kahden aarin tiheiköksi soveltuvan yhtenäisen alueen löytäminen. Tutkimusalueelle kohdistuneissa, aiemmissa hakkuissa ennakkoarvaus oli toteutettu melko kattavasti koko käsittelyalueelle, samoin harvennusvoimakkuus oli tasainen. Maastoinventoinnissa ja mallintamisessa tiheiköksi soveltuvat kohteet kohdistuivatkin pellon ja metsän vaihtumisyöhykkeille, ojan reunoihin tai korkeuskäyrän perusteella hankalasti saavutettavissa olleille maastonkohdille.

Lindenin (2014) mukaan tiheiköitä tulisi olla 3–5 kappaletta hehtaarilla. Maastoinventoinnilla tiheiköitä löydettiin suositusten mukainen määrä, keskimäärin 3,8 kappaletta hehtaarille. Mallintamisella löydettyjen tiheikköjen lukumäärä jäi alhaiseksi, keskimäärin 1,4 kappaleeseen hehtaarille. Suurin tiheikköjen lukumäärä oli mallintamisen perusteella ensimmäisellä tutkimusruudulla, neljä kappaletta. Maastokartoituksella suurin tiheikköjen määrä löydettiin tutkimusruudulta 5, yhteensä kuusi kappaletta.

Maastossa kartoitettujen tiheikköjen pinta-alojen välillä oli enemmän vaihtelua ja keskihajonta 74,3 oli myös suurempi mallinnukseen verrattuna. Mallinnuksella tuotettujen tiheikköjen pinta-alojen keskihajonta oli 16,2. Tiheikköjen pinta-aloissa ja tiheikköjen välisellä lyhimmillä etäisyydellä havaittiin myös olevan tilastollisesti merkitsevää eroa inventoinnin ja mallinnuksen välillä. Keskimäärin mallinnuksella löydetty tiheiköt olivat pinta-alaltaan suurempia verrattuna maastokartoituksella löydettyihin tiheikköihin. Mallinnuksella löydettyillä tiheiköillä etäisyys seuraavaan tiheikköön oli myös suurempi kuin maastoinventoinnissa kartoitetuilla.

Riistametsänhoidon työohjeiden mukaan (Riistakeskus 2015) riistatiheikköjen jättämisellä ei ole vaikutusta kestävän metsätalouden rahoituslain mukaiseen tukikelpoisuuteen, jos tiheikköjen osuus kokonaispinta-alasta on alle 10 prosenttia. Riistatiheikköjen säästämällä ei myöskään ole merkittävää vaikutusta metsän taloudelliseen tuottoon. Miettisen (2018) mukaan riistatiheikköjen osuuden ollessa 10 prosenttia kokonaispinta-alasta puuntuotos laskee enimmillään kolme prosenttia. Miettisen (2018) mukaan 10 prosentin riistatiheikköjen osuus aiheuttaa neljän prosentin taloudellisen tappion. Jos tiheikköjen pinta-ala on kaksi tai viisi prosenttia, kannattavuuteen ei ole käytännössä vaikutusta (Miettinen 2018). Maastoinventoinnissa tiheikköjen prosentuaalinen osuus koko ruudun pinta-alasta oli suurin tutkimusruudulla neljä, 6,3 prosenttia. Mallinnuksessa tiheikköjen suurin prosentuaalinen osuus koko ruudun pinta-alasta oli ensimmäisellä tutkimusruudulla, 10,2 prosenttia. Tutkimusruutujen keskiarvona prosentuaalinen osuus jäi kuitenkin alle 10 prosentin: inventoinnilla 2,9 prosenttiin ja mallinnuksella 3,6 prosenttiin.

Riistatiheikköjen mallinnuksessa kaikkien elinympäristövaatimusten huomioimiseen liittyi haasteita. Esimerkiksi riistatiheikköjen kerroksellinen rakenne edellytti nuoremman puuston ja taimikon lisäksi myös vanhemman ja korkeamman puuston painottamista samanaikaisesti. Mallintamisella tuotetun riistatiheikkötiedon käyttöön etenkin karujen kasvupaikkojen ja kallioalueiden osalta liittyi rajoitteita, koska noin 2,5 aaria pienemmät kohteet rajautuivat mallinnuksen tuloksissa ulkopuolelle. Teemakartoilla karuimmilla ja kallioisilla alueilla ei mallinnuksen perusteella löytynyt lainkaan tiheiköiksi soveltuvia kohteita, mutta maastoinventoinnilla muutamasta puusta koostuvan tai kymmenien neliöiden suuruisen tiheikön löytäminen oli mahdollista. Tällaisia kohteita löytyi riistatiheikköjen kartoituksessa tutkimusruudulta kolme, jossa pienin kartoitettu tiheikkö oli kooltaan 7,3 m² ja suurin 84,7 m². Tulosten ja käytetyn lähtöaineiston perusteella mallintamisella ei pystytty korvaamaan maastoinventoinnin tarvetta alueilla, joilla kuusen osuus ja latvuspeittävyys olivat luontaisesti alhaisia. Riistatiheikköjen lukumäärä, pinta-ala ja sijainti saattavat myös muuttua metsäkäsittelyn tai metsän kasvun seurauksena, jolloin tiheiköt eivät säästöpuuryhmien tapaan ole pysyviä. Näin mallinnuksella ja kartoituksella tuotetun riistatiheikkötiedon voimassaolo on ajallisesti rajoitettua.

Mallinnuksen perusteella tutkimusalueen pohjoisosista löytyi etenkin metsolle soveltuvia, varttuneempaa puustoa ja mäntyä sisältäviä elinympäristöjä. Tutkimusalueella kyseiset alueet keskittyivät turvemaille, joissa männyn tilavuus ja ikä puuntuotannon rajoituksista johtuen oli korkea. Lindenin (2014) elinympäristövaatimusten mukaisia alueita löytyi myös kangasmailta, joissa on metson vaatimaa mäntyä ravinnoksi ja kuusta suojapuuksi.

Tutkimusalueella teeren elinympäristöt kohdistuivat nuorta kasvatusmetsää sisältäville kuvioille, jotka olivat kuusivaltaisia. Teeren elinympäristöehdoissa painotettu koivun osuus ravinnonlähteenä tuli teemakartoissa esille peltoon rajautuvilla metsikkökuvioilla. Puun valtapituus teeren elinympäristöiksi soveltuneilla kuvioilla oli keskimäärin 9,7 metriä, joka oli hieman Lindenin (2014) elinympäristöehtoja matalampaa: teerellä puuston pituusvaatimus vaihtelee 11–15 metrin välillä.

Pyylle soveltuvilla elinympäristöillä oli tarkasteltujen kuviotietojen perusteella suuri lehtipuuosuus, joka teemakartalla ilmeni metsään ja peltoon rajautuvilla vaihettumisvyöhykkeillä. Tarkasteltujen kuvioiden osalta nuorimmalla, pyylle soveltuvalla alueella puuston ikä oli keskimäärin 17 vuotta.

Tutkimusalueelta mallintamisella löydetty metson, teeren ja pyyn elinympäristöiksi soveltuvat kohteet olivat pienialaisia ja mosaiikkimaisia. Metsolle soveltuvien elinympäristöjen kokonaispinta-ala tarkastelluilla kuvioilla oli 23,4 hehtaaria, teerelle 14,5 hehtaaria ja pyylle 4,7 hehtaaria. Angelstamin (2004) mukaan vaatimus metsolla elinympäristön koosta on 300 hehtaaria, teerellä 100 hehtaaria ja pyyllä 25 hehtaaria. Kartoitettujen ja mallinnettujen elinympäristöjen sekä riistatiheikköjen aineiston koko rajoittakin tulosten yleistettävyyttä laajemmalle, tutkimusalueen ulkopuoliselle alueelle. Elinympäristöjen mallintaminen avoimella metsävaratiedolla oli kuitenkin mahdollista, kun tarkasteltavien lajien elinympäristövaatimukset pystytään mallintamisessa huomioimaan.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulosten mukaan riistatiheikköjä ja metsäkanalintujen elinympäristöjä pystyttiin avoimella metsävaratiedolla mallintamaan. Mallintaminen kuitenkin edellytti riistatiheikköiden ominaispiirteiden ja tarkasteltavien lajien elinympäristövaatimusten tuntemusta. Alueilla, joissa kuusen tarjoama suoja ja latvuspeittävyys olivat luontaisesti alhaisia, tiheikköjä ei lähtöaineiston perusteella pystytty löytämään. Käytetyn aineiston perusteella mallintamisella ei pystytty täysin korvaamaan riistatiheikköjen maastoinventointia tutkimusalueen puustoltaan karuilla alueilla.

Maastoinventoinnilla kerätty tieto erosi mallinnuksella tuotetusta tiedosta tiheikköjen lukumäärän, pinta-alan ja seuraavan lähimmän tiheikön osalta. Mallinnuksen perusteella erinomaisesti tiheiköiksi soveltuvien kohteiden hehtaarikohtainen lukumäärä oli pienempi, mutta pinta-ala ja etäisyys seuraavaan lähimpään tiheikköön olivat keskimäärin suurempia. Riistatiheikköjen pinta-aloista muodostettu tutkimushypoteesi jäi voimaan. Mallintamisella tuotettujen riistatiheikköjen todettiin olevan pinta-alaltaan suurempia kuin maastoinventoinnilla kartoitetut. Muodostetut tutkimushypoteesit riistatiheikköjen

lukumäärästä ja etäisyydestä seuraavaan lähimpään tiheikköön kumoutuivat. Maastoinventoinnilla erinomaisesti riistatiheiköiksi soveltuvia kohteita löydettiin useampia kuin mallinnuksella asetetuilla reunaehdoilla. Myös etäisyydessä seuraavaan lähimpään tiheikköön havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero inventoinnin ja mallinnuksen välillä. Maastoinventoinnissa tiheiköiden välinen lyhin etäisyys oli keskimäärin pienempi mallinnukseen verrattuna.

Riistatiheikköihin ja riistan elinympäristöihin ja liittyvässä tutkimuksessa myös muiden menetelmien käyttäminen olisi mahdollista. Mallinnuksessa voitaisiin hyödyntää maaston korkeusmallia, jolloin riistatiheiköt voitaisiin kohdistaa alueille, joilla metsän käsittely ei ole taloudellisesti kannattavaa ja puunkorjuu on topografisesti hankalaa. Mallinnuksen lähtöaineistossa voidaan hyödyntää myös mahdollista alikasvoksen, varvuston ja mustikkapeitteisyyden osuutta. Laserkeilauspistepilven avulla voitaisiin selvittää riistan elinympäristöjen ja riistatiheiköiksi soveltuvien kohteiden puuston pituus ja tilavuus, jos puustotietoja ei ole käytettävissä.

Riistatiheikköjen käytön todentaminen edellyttää seuranta-aineiston keräämistä tutkimusalueelta esimerkiksi riistakameroilla. Seuranta-aineiston perusteella on mahdollista selvittää, kuinka pitkän ajan yksi tiheikkö on kerrallaan käytössä ja millaisia puustollisia ominaisuuksia kunkin metsäkanalintulajin valitsemalla tiheiköllä on. Tiheikköjen ominaispiirteiden selvittäminen vaatii havainnot puuston iästä, läpimitasta ja pituudesta. Myös puulajista ja mahdollisesta alikasvoksen ja mustikkapeitteisyyden osuudesta tarvitaan havainnot. Latvuspeittävyiden prosentuaalinen osuus voidaan selvittää arvioimalla tai laserkeilausaineiston perusteella. Mallintamisen lähtöaineistossa voitaisiin käyttää myös erilaisia painotuksia ja vertailla niiden välisiä eroja. Tutkimusalueella myös riistatiheikköjen säästämistä aiheuttavia taloudellisia vaikutuksia voitaisiin arvioida. Elinympäristöjen mallinnusta voitaisiin toteuttaa laajemmin myös muille riistalajeille, kuten metsäjäniksille, rusakoille tai hirvieläimille. Kustannuspinta-analyysin avulla voitaisiin selvittää esimerkiksi hirvieläimille optimaalisia vaellusreittejä. Tutkimuksen yleistettävyys laajemmalle alueelle edellyttäisi myös suuremman riistatiheikköaineiston keräämisen.

LÄHTEET

Angelstam, P., J.-M. Roberge, Lõhmus, A., Bergmanis, M., Brazaitis, G., Dönn-Breuss, M. ym. 2004. Habitat Modelling as a Tool for Landscape-Scale Conservation: A Review of Parameters for Focal Forest Birds. *Ecological Bulletins* 51: 427–453.

Braunisch, V. & Suchant, R. 2007. A model for evaluating the 'habitat potential' of a landscape for capercaillie *Tetrao urogallus*: a tool for conservation planning. - *Wildl. Biol.* 13 (Suppl. 1): 21–33.

Brownstein, G. Johns, C., Fletcher, A., Pritchard, D. & Erskine, P. D. 2015. Ecotones as indicators: boundary properties in wetland-woodland transition zones. *Community Ecology* 16(2): 235–243.

Caizergues, A., Rätti, O., Helle, P., Rotelli, L., Ellison, L., & Rasplus, J-Y. 2003. Population genetic structure of male black grouse (*Tetrao tetrix* L.) in fragmented vs. continuous landscapes. *Molecular Ecology* 12: 2297–2305.

Graf, R. F., Mathys L., & Bollmann, K. 2009. Habitat assessment for forest dwelling species using LiDAR remote sensing: Capercaillie in the Alps. *Forest Ecology and Management* 257: 160–167.

Dopson, A., Carper, R., & Hudson, P. 1988. Population biology and life-history variation of gamebirds. *Julkaisussa: Hudson, P ja Rands, R. (toim.). Ecology and management of gamebirds s. 48.*

Gjerde, I. & Wegge, P. 1989. Spacing pattern, habitat use and survival of Capercaillie in a fragmented winter habitat. - *Ornis Scand.* 20: 219–225.

Harris, E. & Harris, J. 1997. *Wildlife Conservation in Managed Woodlands and Forests.* Wiley-Blackwell. 356 s.

Helle, P. & Ikonen, K. 2013. Riistakantojen arviointi. Julkaisussa: Nummi, P ja Väänänen, V-M. (toim.). Suomalainen riistanhoito s. 119.

Helle, P. & Ikonen, K. 2017. Metsäkanalinnut riistakolmioilla 2016. Julkaisussa: Helle, P. (toim.). 2017. Riistakannat 2016. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 41/2017. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 54 s.

Helle, P. & Ikonen, K. 2018. Metsäkanalinnut riistakolmioilla 2017. Julkaisussa: Helle, P. (toim.). 2018. Riistakannat 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 53 s.

Holopainen, M., Tokola, T., Vastaranta, M., Heikkilä, J., Huitu, H., Laamanen, R. & Alho, P. 2015. Geoinformatiikka luonnonvarojen hallinnassa. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen julkaisuja 7: 1–152.

Hunter, M. L. 1990. Wildlife, forests and forestry: principles of managing forests for biological diversity. Prentice Hall, New Jersey. 370 s.

Ilvesviita, P. 2013. Riistanhoitokäsitteen muuttuminen aikojen saatossa. Julkaisussa: Nummi, P ja Väänänen, V-M. (toim.). Suomalainen riistanhoito s. 9.

Imponen, J. 2015. Riista metsäsuunnittelussa. [Powerpoint-esitys]

Kuusinen, M., Nieminen, M., ja Saaristo, L. 2009. Talousmetsien luonnonhoito. Metsäkustannus Oy. 157 s.

Linden, H. & Helle, P. 2013. Metsäkanalintujen ympäristöhoito. Julkaisussa: Nummi, P. ja Väänänen, V-M. (toim.). Suomalainen riistanhoito s. 19.

Linden, M., Lilja-Rothsten S., Saaristo., L. & Keto-Tokoi, P. 2014. (toim.) Hyvän metsänhoidon suositukset – Riistametsänhoito. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion julkaisuja.

Mathys, L., Zimmermann, N.E., Zbinden, N. & Suter, W. 2006. Identifying habitat suitability for hazel grouse *Bonasa bonasia* at the landscape scale. - *Wildl. Biol.* 12: 357–366.

Marjakangas, A. 2013. Metsäkanalintujen kestävä metsästys. Julkaisussa: Nummi, P ja Väänänen, V-M. (toim.). *Suomalainen riistanhoito* s. 152.

Metsälehti 2016. Tiheiköistä parempi suoja riistalle. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.metsalehti.fi/artikkelit/tiheikoista-parempi-suoja-riistalle/>
[Viitattu 18.2.2018]

Miettinen, J., Helle, P., Nikula, A. & Niemelä, P. 2008. Large-scale landscape composition and capercaillie (*Tetrao urogallus*) density in Finland. *Ann. Zool. Fennici* 45: 161–173.

Miettinen, J. 2009. Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) habitats in managed Finnish forests – the current status, threats and possibilities. *Dissertationes Forestales* 90. 32 s.

Miettinen, J. 2010. Metson elinympäristöt ja niiden huomioon ottaminen talousmetsässä. *Metsätieteen aikakauskirja* 3/2010.

Miettinen, J. 2018. Digiriistametsä -hanke: Laserkeilauspohjaiset riistaympäristöt Metsään.fi -palvelun ja riistametsänhoidon kustannusvaikutukset. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.slideshare.net/Metsakeskus/digiriistametshanke>. [Viitattu 11.2.2019].

MMM. 2014. Suomen metsäkanalintukantojen hoitosuunnitelma.

Moss R, Hanssen I (1980) Grouse nutrition. *Nutr Abstr Rev Ser B* 50: 555–567.

Pelikka, J., Juutinen, A. & Eskelinen, P, 2015. Riistatalouden hyvinvointivaikutukset Esiselvitys. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 22/2016

Rantala, M. & Svensberg, M. 2015. Riistanhoito kiinnostaa maanomistajia. Julkaisussa: Alanne, A. (toim.). Riistan vuoksi. Riistakeskus. 11/2015. s.17.

Riistakeskus 2015. Metsästys. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://riista.fi/metsastys/>
[Viitattu 18.2.2018]

Riistakeskus 2017. Riistametsänhoito. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://riista.fi/riistatalous/riistakannat/hoitosuunnitelmien-toimeenpano/riistametsanhoito/>
[Viitattu 18.2.2018]

Riistakeskus 2018. Metsästysajat. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://riista.fi/metsakanalintujen-metsastys-alkaa-metsastysaikoja-uudistettu/>
[Viitattu 23.10.2018]

Riistakolmiot. 2016. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.riistakolmiot.fi/animal/teeri-tetrao-tetrix/>
[Viitattu 18.2.2018]

Riistakolmiot. 2016. Kesälaskennan tunnusluvut. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.riistakolmiot.fi/riistakolmio/kesalaskennan-tunnusluvut/>
[Viitattu 18.2.2018]

Riistakolmiot. 2017. Kesälaskenta 2017. [www-sivusto]. Saatavissa: <https://www.riistakolmiot.fi/raportit/kesalaskenta-2017/>
[Viitattu 18.2.2018]

Riistametsänhoidon työohjeet. 2015. Riistakeskus. Saatavissa: https://riista.fi/wp-content/uploads/2015/01/askel_riistametsaan_tyohjeet_22-5-2015.pdf
[Viitattu 18.2.2018]

Saaristo, L., Seppälä, M., Vesanto, T. & Ruutiainen, J. 2017. Talousmetsien luonnonhoidon tehokkaat ratkaisut. Tapion julkaisuja.

Schäublin, S & Bollmann, K. 2011. Winter habitat selection and conservation of Hazel Grouse (*Bonasa bonasia*) in mountain forests. *Journal of Ornithology* 152: 179–192.

Siekinen, J. 2013. Vaihtumisvyöhykkeet metsäkanalintujen elinympäristöinä. Suomen Riistakeskus.

Sirkiä, S., Lindén, A., Helle, P., Nikula, A., Knappe, J. & Lindén, H. 2010. Are the declining trends in forest grouse populations due to changes in the forest age structure? : A case study of Capercaillie in Finland ' *Biological Conservation* , vol 143 , no. 6: 1540–1548.

Sirkiä, S M., Helle, P., Lindén, H., Nikula, A., Norrdahl, K., Suorsa, P ja Valkeajärvi, P. 2011. Persistence of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) lekking areas depends on forest cover and fine-grain fragmentation of boreal forest landscapes. *Ornis Fennica*, vol. 88, no. 1: 14–29.

Starling-Westerberg A. 2001. The habitat use and diet of Black Grouse *Tetrao tetrix* in the Pennine hills of northern England, *Bird Study*, 48:1, s. 76–89.

Svensberg, M. 2014. Kohti riistarikkaita reunoja –Vaihtumisvyöhykkeiden hoito. Riistaa Reunoilta -METSO verkostohankkeen ohje.

Swenson, J.E, & Angelstam, P. 1993. Habitat separation by sympatric forest grouse in Fennoscandia in relation to boreal forest succession. *Can. J. Zool.* 71: 1303–1310.

Tapper, S. 1988. Population changes in gamebirds. Julkaisussa: Hudson, P ja Rands, R. (toim.). *Ecology and management of gamebirds* s. 18.

Wegge, P, & Kastdalen, L. 2008. Habitat and diet of young grouse broods: resource partitioning between Capercaillie (*Tetrao urogallus*) and Black Grouse (*Tetrao tetrix*) in boreal forests. *J Ornithol* 149: 237–244.

Wegge., P., Olstad, T., Gregersen, H., Hjeljord, O., & V Sivkov, A. 2011. Capercaillie broods in pristine boreal forest in northwestern Russia: The importance of insects and cover in habitat selection. *Canadian Journal of Zoology*. 83: 1547–1555.

Väänänen, V-M. 2008. Riistanhoito ja metsästys. Julkaisussa: Rantala, S. (toim.). *Tapi-on Taskukirja* s. 251.

Åberg, J., Swenson, J. E. & Andrén, H. 2000.

The dynamics of hazel grouse (*Bonasa bonasia* L.) occurrence in habitat fragments. *Can. J. Zool.* 78: 352–358.

LIITTEET

Liite 1. Metsäkanalintujen metsästysajat kaudella 2018 (Riistakeskus 2018 mukailten).

Laji	Metsästysalue	Metsästysaika
Metso	Lapin maakunta lukuun ottamatta Enontekiön, Inarin, Kemijärven, Posion, Ranuan, Sallan ja Utsjoen kuntia.	10.9.2018 — 10.12.2018
	Etelä-Karjalan, Etelä-Savon, Kanta-Hämeen, Keski-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Kymenlaakson, Pirkanmaan, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Pohjanmaan, Päijät-Hämeen ja Satakunnan maakunnissa, Etelä-Pohjanmaan maakuntaan kuuluvissa Alajärven, Alavuden, Isojoen, Karijoen, Kauhajoen, Soinin ja Ähtärin kunnissa, Kainuun maakunnassa lukuun ottamatta Kajaanin, Kuhmon ja Sotkamon kuntia, Lapin maakuntaan kuuluvissa Enontekiön, Inarin, Kemijärven, Posion, Ranuan, Sallan ja Utsjoen kunnissa sekä Pohjois-Savon maakunnassa lukuun ottamatta Iisalmen, Keiteleen, Kiuruveden, Pielaveden, Sonkajärven ja Vieremän kuntia.	10.9.2018 — 10.11.2018
	Kainuun maakuntaan kuuluvissa Kajaanin, Kuhmon ja Sotkamon kunnissa, Pohjanmaan maakunnassa, Etelä-Pohjanmaan maakunnassa lukuun ottamatta Alajärven, Alavuden, Isojoen, Karijoen, Kauhajoen, Soinin ja Ähtärin kuntia sekä Pohjois-Savon maakuntaan kuuluvissa Iisalmen, Keiteleen, Kiuruveden, Pielaveden, Sonkajärven ja Vieremän kunnissa	10.9.2018 — 10.10.2018
	Uudenmaan maakuntaan kuuluvissa Askolan, Lapinjärven, Loviisan, Myrskylän, Mäntsälän ja Pukkilan kunnissa.	10.9.2018 — 30.9.2018
	Varsinais-Suomen maakunnassa ja Uudenmaan maakunnassa lukuun ottamatta Askolan, Lapinjärven, Loviisan, Myrskylän, Mäntsälän ja Pukkilan kuntia.	Ei metsästystä.
Teeri	Etelä-Karjalan, Etelä-Savon ja Kymenlaakson maakunnissa, Keski-Suomen maakunnassa lukuun ottamatta Kannonkosken, Karstulan, Keuruun, Kinnulan, Kivijärven, Kyyjärven, Multian, Pihtiputaan, Saarijärven ja Viitasaaren kuntia, Pohjois-Karjalan maakunnassa lukuun ottamatta Ilomantsin, Juuan, Lieksan, Nurmeksien ja Valtimon kuntia, Pohjois-Savon maakunnassa lukuun ottamatta Kiuruveden, Sonkajärven ja Vieremän kuntia sekä Päijät-Hämeen maakuntaan kuuluvissa Hartolan, Heinolan ja Sysmän kunnissa.	10.9.2018 — 10.10.2018
	Mualla maassa.	10.9.2018 — 10.11.2018
Pyy	Lapin maakunnassa ja Pohjois-Pohjanmaan maakuntaan kuuluvissa Hailuodon, Iin, Kempeleen, Kuusamon, Limingan, Lumijoen, Muhoksen, Oulun, Pudasjärven, Siikajoen, Taivalkosken, Tyrnävän, Utajärven ja Vaalan kunnissa.	10.9.2018 — 10.10.2018
	Mualla maassa	10.9.2018 — 10.11.2018

Liite 2. Maastoinventoinnilla ja mallintamisella kartoitettujen tiheikköjen koordinaattipisteet.

Ruutu	Tiheikkö	POINT_X	POINT_Y
1	1	389731	6745808
	2	389784	6745856
	3	389761	6745864
	4	389755	6745867
2	5	389642	6745738
	6	389634	6745748
	7	389618	6745742
	8	389661	6745727
	9	389670	6745727
3	10	389730	6745711
	11	389738	6745722
	12	389763	6745738
	13	389752	6745782
4	14	389852	6745738
	15	389881	6745722
5	16	389751	6745609
	17	389758	6745609
	18	389763	6745606
	19	389776	6745620
	20	389751	6745640
	21	389764	6745646
6	22	389842	6745624
	23	389860	6745622
	24	389888	6745625
7	25	389920	6745649
	26	389937	6745669
8	27	389781	6745502
	28	389779	6745516
9	29	389852	6745525
	30	389850	6745522
	31	389849	6745520
	32	389886	6745502
	33	389898	6745517
10	34	390062	6745740
	35	390075	6745740
	36	390096	6745756
11	37	390176	6745650
	38	390176	6745646
	39	390175	6145645
	40	390137	6745663
	41	390128	6745663
12	42	390269	6745553
	43	390260	6745560
	44	390256	6745555
	45	390231	6745570

Ruutu	Tiheikkö	POINT_X	POINT_Y
1	1	389735	6745880
	2	389751	6745864
	3	389783	6745863
	4	389782	6745848
2	5	389608	6745736
	6	389640	6745736
5	7	389719	6745640
7	8	389975	6745688
8	9	389783	6745511
9	10	389833	6745528
	11	389847	6745561
10	12	390087	6745768
	13	390087	6745752
11	14	390135	6745671
	15	390103	6745671
12	16	390247	6745560
	17	390263	6745544